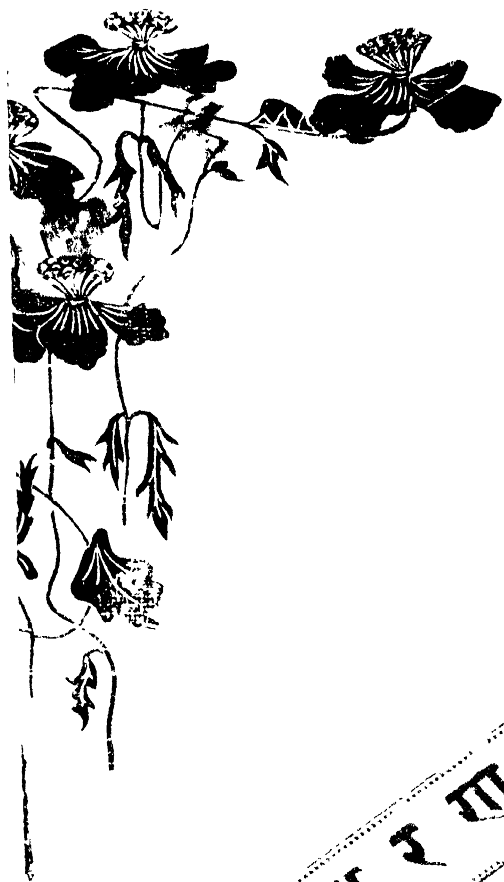
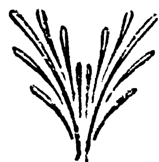


साधारण रसायन



सत्यप्रकाश, एम० एस-सी०

ओ३म्

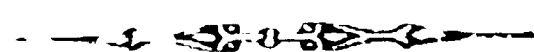
साधारण रसायन

[A TREATISE ON INORGANIC CHEMISTRY]



लेखक

सत्यप्रकाश, एम० एस-सी०



प्रकाशक

विज्ञान परिषद्, प्रयाग

प्रथम संस्करण] सं० १९८६ वि० [मूल्य २॥)

आचार्य्य

डा० नीलरत्नधर, डी० एस-सी०; आई० ई० एस०।



आठ वर्ष जिन चरणों में रह
किया प्रकृति का अनुशीलन
जिनके स्नेह करों से सिञ्चित
आज रसायन का उपवन
जिनकी उज्ज्वल कीर्ति-कौमुदी
देशविदेशों में छायी
देवि-भारती ने जिनको निज
करसे माला पहिनायी
उनके प्रति हैं आज समर्पित
बालक के तण्डुल दो चार
गुरुवर ! मेरी तुच्छ भेंट यह
हो सकती है क्या स्वीकार ?

FOREWORD

Mr. Satya Prakash deserves the sincerest and most grateful thanks of the Hindi-speaking world for his labour of love in placing before the public a complete treatise on Inorganic Chemistry. At my earnest request he very kindly consented to contribute a series of articles to the Vijnana and this book is the result of his labours extending over several years. Time alone will reveal the great value and potentiality of this work. I would like to draw the attention of the reader to two very important features of the book. Firstly, the author has had to coin terms and create language for the expression of scientific ideas so that the task of succeeding writers will be now easy. And secondly, with the help of some experts he has succeeded in giving practically a final shape to the names of chemical elements. It can now be safely asserted that the chemical terminology and symbols have acquired a final form. At this stage of the evolution of our language the general reader cannot form a definite idea of the great value of the immense amount of labour and pains spent over this work. The Secretaries of the Vijnana Parishad too must be very generously thanked by the editors of the Vijnana for having made it possible for such a work to be published in the Vijnana. They very enthusiastically enterd into the spirit of the proposal and at once realised the great utility of this venture. The readers of the Vijnana must have occasionally felt bored by a highly technical and advanced series of articles appearing regularly and practically monotonously, so I take this opportunity of expressing my gratefulness for their patience which really helped the Vijnana Parishad in publishing this book on Inorganic Chemistry. I would beg the lovers of Hindi language to create an atmosphere favourable for reception of such works so that the talented author might be encouraged to place other works before the public. The only return we can make to the author for his sincere service of our language is our appreciation of his work. The form in which this work is being placed is not very attractive but if we are allowed an opportunity of publishing a second edition, we shall see to it that the book be presented in a better get-up.

The Allahabad University too deserves our thanks for having allowed Mr. Satya Prakash to offer this as his contribution for his research work as an Empress Victoria Reader in the University.

Mr. Satya Prakash is a poet, scholar and scientist at the same time; such a combination in one individual is extremely rare. This combinaton accounts for his extremely lucid and accurate presentation of the subject. But I do not here wish to say much about his qualities of head and heart because he is so dear to me that any praise from me might seem due to partiality. I can with confidence let this work speak for itself.

Brajraj,
M. A., B. Sc., LL. B.
Editor, Vijnana,
and
Secretary, Vijnana Parishad.

23 Aug. 1929

विषय सूची

प्रथम खंड

——o——

द्वितीय खण्ड

धातु समूह

साधारण रसायन

मात्रा क्या है ?



इस संसारमें हमारे व्यवहारमें दो प्रकारकी वस्तुएँ आती हैं। एक तो वे जिनको हम आँखोंसे देख सकते हैं, हाथसे छू सकते, जिसके स्वाद और गन्धका अनुभव कर सकते, तथा जिनको हम तौल सकते हैं। दूसरे प्रकारकी वे वस्तु हैं जो किसी प्रकार तौली नहीं जा सकतीं हैं। ये प्रथम प्रकारकी वस्तुओंके आश्रितही अपने गुणोंको प्रदर्शित करती हैं। उदाहरणके लिये, एक पत्थरकी ओर विचार कीजिये। हम इसके रूप रंगको आँखोंसे जान सकते हैं। छूकर इसकी कठोरता भी मालूम कर सकते हैं। तराजूमें तौलकर इसका भार भी ज्ञात हो सकता है। पर पत्थरके साथ-साथ एक दूसरी और भी वस्तु है। धूपमें रखनेसे पत्थर गरम हो जाता है। पत्थरकी इस गरमीको हम तौल नहीं सकते। गरमी पत्थरके समान किसी न किसी वस्तुके आश्रित ही रहती है। हम इसे पृथक् इकट्ठा नहीं कर सकते हैं। इसी प्रकार प्रकाश, विद्युत्, ध्वनि, और चुम्बकी आकर्षण भी नहीं तौले जा सकते हैं।

इस तरह वस्तुओंके दो विभाग हैं, एक तो वे जो तौली जा सकें। इनको मात्रा की बनी हुई कहते हैं। मात्रा वह है जिसमें कुछ तौल हो। दूसरी वे हैं जो तौली न जा सकें और जिनका अस्तित्व मात्राके आश्रित हो। इन्हें शक्ति कहते हैं। पत्थर, लोहा, गन्धक, पानी आदि पदार्थ मात्राके बने हुए हैं। ताप, प्रकाश, विद्युत् आदि शक्तियाँ हैं।

मात्राके तीन रूप

हम पत्थरके टुकड़ेको तौल सकते हैं, इसी प्रकार पानी, और धुएँको भी तौला जा सकता है। अतः पत्थर, पानी, और धुआँ तीनों मात्राके बने हुए हैं। पत्थरके टुकड़ेको जिस स्थानपर रख दिया जाय उसी स्थानपर वह रक्खा रहता है। यदि कोई इसे हिलाये नहीं तो दो तीन महीने पश्चात भी वह उसी स्थान पर रक्खा दिखाई पड़ेगा, पर पानीमें यह बात नहीं है। किसी गिलासमें एक कोनेसे पानी डाला जाय तो यह नहीं हो सकता कि वह दूसरे कोनेमें न पहुँच जाय। इस प्रकार पानीमें बहनेका स्वभाव है। वह तबतक बहता है जबतक बर्तनमें इसकी सतह एक न हो जाय। एक सतह हो जानेके पश्चात् जलका बहना बन्द होजाता है और फिर इस अवस्थामें वह पत्थरके समान बहुत समय तक अचल रह सकता है। धुआँ पानीसे भी भिन्न है क्योंकि जिस बर्तनमें रक्खा जाय, उसके सारे भागको वह घेर लेगा। आधा तोला धुआँ एक बड़े बर्तनमें बन्द करो या चाहे छोटे बर्तनमें, वह सम्पूर्ण बर्तनमें फैल जावेगा।

इस प्रकार मात्राके तीन रूप हैं। एक तो वह जिसका आकार और रूप निश्चित होता है और जो अपने रूपको स्थिर रख सकता है। जैसे पत्थर, लकड़ी, या लोहेका टुकड़ा। इस प्रकारकी वस्तुओंको ठोस कहते हैं। दूसरे प्रकार-की वस्तु बहने वाली हैं। इनका रूप बर्तनके रूपके आश्रित होता है। ये नब तक बहती हैं जब तक बर्तनमें स , होजाय। इस प्रकार पानी, दूध, तैल आदि पदार्थ गिलास-में रक्खे जायँ तो गिलासके रूपके होजायँगे और यदि लोटेमें रक्खे जायँ तो लोटेके रूपके हो जावेंगे, इस प्रकारकी वस्तुओंको द्रव कहते हैं। द्रवोंको चाहे किसी बर्तनमें रक्खो, उनके आय-तनमें कोई भेद नहीं पड़ेगा। पर तीसरे प्रकार-की वस्तुएँ वे हैं जो जिस बर्तनमें रखदी जायंगी उसको पूरा भर लेंगी, बर्तनका आयतन, आकार और रूपही उनका आयतन, आकार और रूप है। ऐसी वस्तुओं को वायव्य कहते हैं। धुआँ, भाप, हवा आदि वायव्य हैं। मात्राके इस तरह तीन रूप हुए· ठोस, द्रव, और वायव्य।

पदार्थोंके भौतिक गुण

वस्तुओंके गुण जाननेके लिये हमारे पास पांच ज्ञानेन्द्रियाँ हैं।— आँख, नाक, जीभ, कान और त्वचा। इनसे पदार्थोंके जो गुण जाने जा-सकते हैं वे यहाँ दिये जावेंगे—

१. आंखसे. (क) पदार्थ ठोस है, द्रव है या वायव्य।

(ख) रंग क्या है।

(ग) पदार्थ पारदर्शी है, या अपारदर्शी या अल्पपारदर्शी।

जिन पदार्थोंके आरपार साफ़ साफ़ दीखता है उसे पारदर्शी कहते हैं जैसे पानी, काँच, हवा। जिस पदार्थके आरपार नहीं दीखता और प्रकाशमें उसकी छाया पड़ती है उसे अपारदर्शी कहते हैं। जैसे लोहा, पत्थर आदि। बहुत सी वस्तुओंके आरपार थोड़ा सा प्रकाश जाता है। पर उस पदार्थके दूसरी ओरकी वस्तुएँ स्पष्ट नहीं दिखाई पड़ती हैं। इन्हें अल्पपारदर्शी कहते हैं। जैसे तैलसे भीगा काग़ज़।

२. नाकसे गन्ध ज्ञात हो सकती है। गन्ध दो प्रकारकी होती है—सुगन्ध और दुर्गन्ध। जैसे इत्रकी सुगन्धि और मिट्टीके तैलकी दुर्गन्ध। कुछ गन्ध बहुत तीक्ष्ण होती हैं। इनका कोई स्पष्ट विभाग नहीं किया जासकता है।

३. जीभसे स्वाद प्रतीत होता है। स्वाद कई प्रकारका होता है—मीठा खट्टा, चरपरा, खारी नमकीन आदि।

४. कानसे ध्वनिका ज्ञान होता है। धातु के बर्तन 'टनटन' की ध्वनि से बजते हैं। लकड़ी आदि-से 'खटखट' की ध्वनि आती है।

५. त्वचासे छूनेका काम लिया जाता है। छूकर जाना जा सकता है कि अमुक वस्तु कठोर है या मृदु, खुरखुरी है, रवे दार है या बेरवा चून सी।

इनके अतिरिक्त अन्य भौतिक गुणोंकी भी परीक्षा की जा सकती है। बहुतसे पदार्थ चोट खाने पर चूर चूर हो जाते हैं जैसे काँच। इन्हें भञ्जन शील कहते हैं, बहुतसे पदार्थ चोट खाने पर पत्र बन जाते हैं जैसे सोना चांदी आदि। इन्हें घनवर्धनीय या आघात वर्धनीय कहते हैं। बहुतसे पदार्थ मोड़नेके पश्चात् छोड़देने पर अपनी पहली अवस्थामें लौट आते हैं। उन्हें लचीला कहते हैं जैसे बेंत, लोहेकी कमानी आदि। जो पदार्थ मोड़नेके पश्चात् छोड़ देने पर अपनी पूर्व अवस्थामें नहीं लौट आते उन्हें चिमड़ा कहते हैं, जैसे, सोना, सीसा आदिकी पतली चद्दर। कुछ पदार्थ खींचनेके पश्चात् छोड़देने पर अपनी पूर्वावस्थामें आजाते हैं, उन्हें स्थिति स्थापक कहते हैं जैसे रबर। जिन पदार्थोंमें छोटे छोटे छेद होते हैं उन्हें रन्ध्रमय या छेदीला कहते हैं जैसे सोख़्ता (स्याही सोख़)

जिनमें पानी नहीं घुस सकता है उन्हें अभेद्य कहते हैं। कुछ वस्तुएँ पानीमें घुलनशील हैं और कुछ अघुलित। जो पदार्थ जल सकते हैं उन्हें दाह्य और जो नहीं जल सकते उन्हें अदाह्य कहते हैं।

इस बातकी भी परीक्षा करनी चाहिये कि अमुक वस्तु पानीसे हलकी है या भारी यदि कोई वायव्य पदार्थ हो तो यह देखना चाहिये कि यह वायुसे हलका है या भारी। यदि हो सके तो इनका आपेक्षिक घनत्व भी निकालना चाहिये। वस्तुओंके द्रवांक और क्वथनांक भी उपयोगी गुण हैं। (विस्तारके लिये देखो विज्ञान प्रवेशिका-भाग २ पृ० १६३)

परिवर्त्तन

यह जगत् परिवर्त्तन शील है। वस्तुओंमें परिवर्त्तन होता है। तालाबका पानी गरमीमें सूख जाता है, गरम करनेसे पानी भाप बनकर उड़ जाता है। भापको ठण्डा करनेसे फिर पानीकी बूंद टपकने लगती हैं। यही पानीकी बूँदें और अधिक शीतल करनेसे बर्फ बन जाती हैं। इस तरह द्रव जल ठोस और वायव्य अवस्थामें बदल जाता है। यह एक प्रकार का परिवर्त्तन है। चाँदी और सोना गलाकर द्रव किया जासकता है, इसी प्रकार मोम और गन्धक भी। पर इन द्रव पदार्थोंको ठण्डा करनेसे फिर ठोस चाँदी, सोना, मोम और गन्धक प्राप्त हो सकता है।

लोहेका काला टुकड़ा गरम करनेपर लाल प्रतीत होने लगता है, यहाँ उसका रंग परिवर्तित हो गया है। ठण्डा करनेपर फिर वह काला प्रतीत होने लगेगा। सोनेका टुकड़ा अपारदर्शी है पर यदि उसके बहुत पतले पत्र किये जायँ तो वे अल्पपारदर्शी प्रतीत होने लगेंगे। जल पारदर्शी है पर नदियोंमें जल अल्पपारदर्शी दिखाई पड़ता है क्योंकि ऊपरसे देखनेपर उसका धरातल नहीं दिखाई देता है। यही जल यदि कांचके गिलासमें रक्खें तो फिर पारदर्शी प्रतीत होगा। ये सब उदाहरण भौतिक-गुणोंके परिवर्तन हैं। इन्हें भौतिक-परिवर्तन कहते हैं। इनमें पदार्थोंकी अवस्थामें भेद पड़ जाता है पर पदार्थोंका वास्तविक रूप नहीं बदलता है।

हम आगमें लकड़ी जलाते हैं। पर लकड़ीका जलाना लोहे या पानीके गरम करनेके समान नहीं है। जलती हुई लकड़ीके अंगारेको ठण्डा करनेपर लकड़ी नहीं प्राप्त होगी। हमको राख या कोयला मिलेगा। भापको ठण्डा करनेसे पानी प्राप्त हो सकता है पर लकड़ीके धुएँको ठण्डा करनेपर लकड़ी नहीं मिल सकती। यहाँ लकड़ीने अपना वास्तविक रूप बिलकुल परिवर्तित कर दिया है। तैल जलाया जानेपर धुएँ में परिणत होता है पर उस धुएँको ठण्डा करनेपर तैल नहीं प्राप्त हो सकता है। इस प्रकारका परिवर्तन भौतिक परिवर्तनसे भिन्न है। इसे रासायनिक-परिवर्तन कहते हैं।

लोहेके चूर्णको गन्धकके साथ गरम करनेपर एक काला पदार्थ प्राप्त होता है जिसमें न तो लोहेके गुण विद्यमान हैं और न गन्धकके। इस पदार्थको ठण्डा करनेपर भी लोहा और गन्धक नहीं प्राप्त हो सकता है। अतः यहाँ भी रासायनिक परिवर्तन हुआ है। उद्जन वायव्यको वायुमें जलाने और ठण्डा करनेसे पानीकी बूँदें प्राप्त होंगी पर पानीको गरम करनेसे उद्जन नहीं प्राप्त होता है। अतः वायुमें जलनेपर उद्जनमें रासायनिक परिवर्तन होता है।

इस प्रकार परिवर्तन दो प्रकारके हैं रासायनिक परिवर्तन, और भौतिक परिवर्तन।

रासायनिक परिवर्तन करनेके साधन

भौतिक परिवर्तनकी अपेक्षा रासायनिक परिवर्तन अधिक उपयोगी हैं, और रासायनशास्त्रका इससे विशेष सम्बन्ध है। इस परिवर्तनके करनेकी अनेक विधियाँ हैं जिनका इस पुस्तकमें वर्णन किया जायगा। मुख्य विधियाँ ये हो सकती हैं —

१. साधारण तापक्रमपर वायुके संसर्गसे भी बहुतसे रासायनिक परिवर्तन होते हैं। जैसे भीगे लोहेमें जङ्ग लग जाता। सैन्धकम् और स्फुरपर वायुका प्रभाव होता है, स्फुर जल उठाता है और सैन्धकम्‌का ओषिद् बन जाता है।

२. जल या अन्य द्रव्योंके संसर्गसे भी रासायनिक परिवर्त्तन होता है। सैन्धकम् को जलमें डालनेसे उद्जन निकलने लगता है। दस्तम्‌को गन्धकाम्लके संसर्गमें लानेसे भी उद्जन निकलता है। और दस्त-गन्धेत नामक पदार्थ प्राप्त होता है।

३. दो या अधिक वस्तुओंको एक साथ पीसने या ज़ोरसे कूटनेसेः—शोरा, गन्धक और कोयलेको एक साथ कूटनेसे चिनगारियाँ निकलने लगती हैं। यहाँ भी एक रासायनिक परिवर्त्तन हो रहा है।

४ गरम करनेसे— पांशुजहरेतको अकेले या मांगनीज़ द्विओषिद्‌के साथ गरम करनेपर ओषजन निकलने लगता है और पांशुज-हरिद् प्राप्त होता है।

५ दो या अधिक घोलों को मिलानेसे— रजत-नोषेतको नमक अर्थात् सैन्धक-हरिद्‌के साथ मिलाने पर रजत-हरिद्‌का श्वेत तलछट या अवक्षेप प्राप्त होता है। इसी प्रकार लोह-हरिद्‌के घोलमें अमोनियाका घोल डालनेसे लाल रंगका लोहिक उदौषिद् अवक्षेप रूपमें मिलता है।

६. वायव्य या गैसका किसी घोलमें प्रवाहित करनेसे—तूतियाके घोलमें एक बूँद उद्‌हरिकाम्ल डाल कर उद्जन-गन्धिद् वायव्यका प्रवाहित करनेसे ताम्रगन्धिद्‌का काला अवक्षेप प्राप्त होगा। इसी प्रकार चूनेके पानीमें कर्बनद्विओषिद् गैस प्रवाहित करनेसे एक श्वेत अवक्षेप, खटिक-कर्बनेतका प्राप्त होता है।

७.विद्युत्- धाराके संचारसे—यदि पानीमें विद्युत् धारा का संचार किया जाय तो एक ध्रुव पर उद्जन और दूसरेपर ओषजन निकलने लगता है। तूतियाके घोलमें विद्युत् धाराके प्रवाहसे एक ध्रुव पर शुद्ध ताम्र जमा होने लगता है।

रासायनिक परिवर्त्तनके चिह्न

साधारणतया यह पता लगाना कि पदार्थमें भौतिक परिवर्तन हो रहा है या रासायनिक, सरल कार्य है पर दोनों प्रकारके परिवर्त्तनोंके बीचमें एक भेदक-भित्ति खींचना कठिन है। रासायनिक परिवर्त्तनकी मोटी पहिचानें यहाँ दी जाती हैं।

१. जब रासायनिक परिवर्त्तन होता है तो बहुधा तापक्रममें भी परिवर्त्तन हो जाता है। कभी कभी पदार्थ पहलेकी अपेक्षा अधिक शीतल हो जाते हैं और कभी कभी गरम। कास्टिक सोडा अर्थात् सैन्धक-उदौषिद्‌में उद्‌हरिकाम्ल डालनेसे बड़ी गरमी उत्पन्न होती है और घोलका तापक्रम बढ़ जाता है। गरमीके उत्पन्न होने से यहाँ यह अनुमान किया जा सकता है कि दोनों पदार्थोंके बीचमें कोई रासायनिक परिवर्त्तन हो रहा है।

२. कभी कभी जब रासायनिक परिवर्त्तन होता है तो घोलोंके आयतनमें भी भेद पड़ जाता है। एक ग्राम तूतिया को ९९९ ग्राम पानीमें घोलो इस १००० ग्राम घोलका आयतन ३८४०·३ घन शतांशमीटर होता है। १ ग्राम नोषिकाम्लका १००० ग्राम घोल बनानेपर आयतन १९३३·२ घन. श. मी. होता है। नोषिकाम्ल और तूतियाके इन घोलों को आपसमें मिला दो, और दोनोंका आयतन नापो। यदि दोनों घोलोंके मिलानेपर कोई रासायनिक परिवर्त्तन न होता तो इनका आयतन (३८४०·३ + १९३३·२ = ५७७३·५) घन. श. मी. होना पर प्रयोग करनेपर आयतन ५७८१ घन. श. मी. निकलता है। इस प्रकार ७·५ घन. श. मी. की वृद्धि हो जाती है। इस वृद्धिसे सिद्ध है कि दोनों घोलोंके मिलानेपर रासायनिक परिवर्त्तन हुआ है और ताम्रनोषेत बन गया है।

३—कभी कभी रासायनिक परिवर्त्तन होने-

पर अवक्षेप प्राप्त होता है। स्वच्छ घोलमें किसी घुलनशील पदार्थके मिलानेपर यदि किसी ठोस पदार्थके श्वेत या अन्य किसी रंगके कण तलमें बैठते हुए दिखाई पड़ें तो इन कणोंके समूहको अवक्षेप कहते हैं। यह अवक्षेप उस घोलमें अनघुल होता है। उदाहरणतः, उदहरिकाम्ल और रजतनोषेत दोनों पदार्थ जलमें घुलनशील हैं, पर रजत-हरिद जलमें अनघुल है। इसीलिये उदहरिकाम्लके घोलमें रजत-नोषेतके घोलको मिला देनेसे रजत-हरिद बन जानेके कारण रजतहरिदके अनघुल कण अवक्षेपके रूपमें प्राप्त हो जाते हैं। एक घोलमें दूसरा घोल डालकर अवक्षेप उत्पन्न करनेकी क्रियाको अवक्षेपन कहते हैं और जो घोल अवक्षेपनके कार्य्यमें उपयुक्त होता है उसे अवक्षेपक कहते हैं। तूतियाके घोलमें उद-गन्धिद वायव्य प्रवाहित करनेसे अनघुल ताम्र गन्धिदका काला अवक्षेप प्राप्त होता है।

४—किसी वस्तुमें कोई वस्तु डालनेसे या गरम करनेसे यदि कोई गैस या वायव्य उत्पन्न हो तब भी यह आशा की जा सकती है कि कोई रासायनिक परिवर्त्तन हुआ है। खड़िया मिट्टीपर उदहरिकाम्लका घोल डालनेसे कर्बनद्विओषिद गैस निकलने लगता है। इसका निकलना इस बातका प्रमाण है कि दोनों पदार्थोंके बीचमें कोई रासायनिक परिवर्त्तन हो रहा है। सैन्धक-गन्धित पर उस अम्लके डालनेसे गन्धक-द्विओषिद गैस निकलती है अतः यहाँ भी रासायनिक परिवर्त्तन हो रहा है।

५—कभी कभी रासायनिक परिवर्त्तनमें कोई अवक्षेप तो नहीं प्राप्त होता है पर रंग बदल जाता है जो कभी कभी इस परिवर्त्तनका सूचक होता है। तूतियाके घोलमें संपृक्त अमोनियाका घोल अधिक डालनेसे चटकीला नीले रंगका घोल प्राप्त होता है, क्योंकि यहाँ रासायनिक परिवर्त्तन हो रहा है।

मिश्रण और यौगिक

यदि लोहेके चूरे और गन्धकको पीसकर खूब मिला दिया जाय तो जो वस्तु प्राप्त होती है उसे लोहे और गन्धकका मिश्रण कहेंगे। इस मिश्रणका रंग कुछ हरा प्रतीत होता है। साधारणतया लोहे और गन्धकके कण दिखाई नहीं पड़ते पर वास्तवमें दोनोंके कण पास पास विद्यमान हैं। एक अच्छे सूक्ष्म दर्शक यन्त्र द्वारा इसकी परीक्षा की जा सकती है। शक्तिमान चुम्बकको यदि इस मिश्रणके पास लाया जाय तो यह चुम्बक लोहेके कणोंको अपनी ओर खींच लेता है और गन्धकके कण अलग रह जाते हैं। इस तरह लोहेको गन्धकसे अलग किया जा सकता है। कर्बन द्विगन्धिदमें इस मिश्रणका घोल बनाकर छाननेसे लोहेके कण छन्नेके ऊपर रह जायँगे और गन्धक कर्बन द्विगन्धिदमें घुलकर नीचे चला आवेगा। इस तरहसे भी गन्धक और लोहे के कण पृथक हो सकते हैं।

पर यदि लोहे और गन्धकके मिश्रणको हम इतना गरम करें कि मिश्रण लाल हो जाय तो ठण्डा करने पर काला ठोस पदार्थ प्राप्त होगा। यह भी लोहा और गन्धकसे मिलकर बना है, पर अच्छे से अच्छे सूक्ष्म दर्शक यन्त्र द्वारा भी दोनोंके अलग अलग कण दिखाई नहीं पड़ सकते। कितना ही शक्तिमान चुम्बक क्यों न हो वह इस काले ठोस पदार्थमेंसे लोहेको नहीं खींच सकता है। कर्बन-द्विगन्धिद द्वारा घोल बनाने पर भी लोहा और गन्धक अलग नहीं किये जा सकते हैं। इस प्रकार लोहे और गन्धकमें दो प्रकारका मेल हो सकता है। एक तो जिसमें लोहे और गन्धकके कण अलग अलग रहते हैं और साधारण साधनोंसे ही अलग किये जा सकते हैं। इस प्रकारके मेलको मिश्रण कहते हैं (मिश्रणके पदार्थोंको पृथक करनेकी विधि विज्ञान प्रवेशिका भाग २ पृ० १९ पर देखो)। दूसरे प्रकारके मेलमें दोनों पदार्थोंके कणोंमें इतना घनिष्ठ सम्बन्ध हो गया है कि वे साधारणतया पृथक नहीं किये जा सकते हैं। इस

प्रकारके मेलको संयोग कहते हैं और संयोगसे प्राप्त पदार्थको यौगिक कहते हैं। लोहे और गन्धकके मिश्रणमें लोहे और गन्धक दोनोंके गुण विद्यमान हैं पर इन दोनोंके यौगिकमें न तो लोहेके गुण दिखाई पड़ते हैं और न गन्धकके। एक तीसरी ही वस्तु बन जाती है जिसे हम लोह-गन्धिद कह सकते हैं। इसके गुण मूल पदार्थोंसे सर्वथा भिन्न होते हैं।

मिश्रण और यौगिकमें एक और भी भेद है। एक सेर लोहा २ सेर गन्धकके भी साथ मिश्रण बना सकता है और चार सेर गन्धकके साथ भी मिश्रण बना सकता है। तात्पर्य यह है कि लोह-गन्धक मिश्रण बननेके लिये लोहे और गन्धकके परिमाणोंमें कोई अनुपात निश्चित नहीं है। पर यौगिकोंके विषयमें यह बात नहीं है। ५६ सेर लोहेके लिये लोह-गन्धिद यौगिक बनानेके हेतु ३२ सेर गन्धककी ही आवश्यकता पड़ेगी, न इससे कम और न इससे अधिक। इस प्रकार मूल पदार्थ निश्चित अनुपातमें ही यौगिक बना सकते हैं।

प्रकृति अविनाशी है

रसायन शास्त्रका मुख्य आधार इस सिद्धान्त पर है कि प्रकृति अविनाशी है। यह ठीक है कि वस्तुओंमें परिवर्तन होता रहता है, एक पदार्थ बदल कर दूसरा पदार्थ बन जाता है। पर वास्तविक मात्रा वही रहती है। केवल परमाणु एक स्थानसे दूसरे स्थानपर चले जाते हैं। हम कह चुके हैं कि मात्रा वह है जिसमें भार हो। अतः प्रकृतिका सबसे स्थायी गुण भार है। यह कभी नहीं हो सकता है कि एक छटांक प्रकृतिके परमाणुओंसे दो छटांककी वस्तु बन जाय। जो भार रासायनिक-संयोगके पूर्व दो पदार्थोंका था वही भार संयोगके पश्चात् भी नये बने हुए पदार्थोंका रहेगा। ७ सेर लोहा और ४ सेर गन्धकके मिलाने से ११ सेर ही लोह-गन्धिद बनता है। यद्यपि लोह-गन्धिदमें लोहे और गन्धक दोनोंके गुण विद्यमान नहीं हैं तो भी इस यौगिकके भारमें कोई परिवर्तन नहीं हो सकता है। तात्पर्य यह है कि प्रकृति ने अपने गुण परिवर्तित कर दिये हैं पर उसका नाश नहीं हुआ है।

दीपक को हम जलते हुए देखते हैं तो हमको यह जान पड़ता है कि तेल और बत्ती दोनों नष्ट होते जा रहे हैं। पर यदि विचार पूर्वक परीक्षा की जाय तो पता चलेगा कि ये दोनों अपना रूप ही बदल रहे हैं। कुछ धुआँ बन रहा है, कुछ ऐसे पदार्थ बन रहे हैं जो साधारणतया हमें दिखाई नहीं देते हैं। इसी प्रयोगको सावधानीसे करने पर पता चलेगा कि इसमें तीन वस्तुएं काम कर रही हैं, तैल, बत्ती और वायु। बत्तीके जलनेसे इतनी चीजें बन रही हैं—धुआँ, कर्बन-द्विओषिद, और पानी। यदि तैल बत्ती और वायुका भार जलानेसे पूर्व ज्ञात हो, और जलाने के पश्चात् भी हम प्रत्येक पदार्थको जो संयोग द्वारा उत्पन्न हुए हैं, इकट्ठा करके तोलें तो हमको दोनों भारोंमें कोई अन्तर नहीं मिलेगा। समीकरण द्वारा यह बात इस प्रकार दिखाई जा सकती है :—

तैल + बत्ती + वायु = धुआँ + कर्बनद्विओषिद + जल

इससे यह स्पष्ट है कि परिवर्तनशील होते हुए भी प्रकृति अविनाशी है।

तत्व और यौगिक

संसारके सब पदार्थोंकी परीक्षा करनेपर विदित होता है कि उनके दो विभाग किये जा सकते हैं। कुछ पदार्थ तो ऐसे हैं जिनका सूक्ष्मसे सूक्ष्म विभाग करनेपर और उनपर रासायनिक क्रिया किये जानेपर भी दो भिन्न पदार्थ नहीं पाये जासकते हैं। उदाहरणतः सोनेको लेकर हम उसके कणोंके चाहें कितने ही छोटे टुकड़े क्यों न करें, हमें सोनेके अतिरिक्त और कोई पदार्थ नहीं मिलेगा। इसी प्रकारकी

अवस्था चाँदी, ताँबा, कर्बन, ओषजन, पारद आदि वस्तुओंकी है । इनके छोटेसे छोटे टुकड़े करने पर भी भिन्न पदार्थ प्राप्त नहीं हो सकते हैं। इस प्रकारके पदार्थ जो दो अधिक भिन्न गुणों वाले पदार्थोंमें विभाजित नहीं किये जा सके हैं, तत्व कहलाते हैं ।

दूसरे प्रकारके पदार्थ वे हैं जो कई तत्वोंसे मिलकर बने हैं। इन पदार्थोंमें से ये तत्व किसी न किसी विधिसे अलग किये भी जा सकते हैं । इन्हें यौगिक कहते हैं । कर्बन-द्विओषिद एक यौगिक है जो कर्बन और ओषजन नामक दो तत्वोंसे मिलकर बना है। इसी प्रकार नमक भी एक यौगिक है क्योंकि इसमें सैन्धकम् और हरिन् नामक दो तत्व विद्यमान हैं। शक्करमें तीन तत्व-कर्बन, ओषजन और उद्जन हैं। इस प्रकार तत्व अविभाजनीय पदार्थ हैं और यौगिक विभाजनीय पदार्थ हैं।

संसारमें तत्वोंकी संख्या लगभग ९२ के है । इसमेंसे कुछ तत्व साधारण तापक्रमपर ठोस हैं, कुछ द्रव और कुछ वायव्य।

ठोस तत्व	द्रव तत्व	वायव्य तत्व
आञ्जनम्	पारदम्	ओषजन
कर्बन		नोषजन
कोबल्टम्		अरुणिन्
खटिकम्		हरिन्
गन्धक		नैलिन्
ताम्रम्		प्लविन्
दस्तम्		आदि
रजतम्		
स्वर्णम्		
आदि		

इसी प्रकार कुछ तत्व धातु हैं, कुछ उपधातु और कुछ अधातु हैं। अधिकांश तत्व धातु हैं जैसे आञ्जनम्, कोबल्टम्, खटिकम्, ताम्रम्, दस्तम्, रजतम्, स्वर्णम्, पारदम् आदि। कर्बन, गन्धक, ओषजन, हरिन् आदि तत्व अधातु हैं। शैलम्, संक्षीणम् आदि तत्व उपधातु हैं, अर्थात् इन तत्वों में धातु और अधातु दोनोंके गुण विद्यमान हैं।

इन तत्वोंमें से अधिकांश तत्व तो संसारमें यौगिक अवस्थामें पाये जाते हैं । परन्तु फिरभी अवश्य कुछ ऐसे हैं जो तत्व रूपमें भी उपलब्ध होते हैं। वायुमें ओषजन और नोषजन तत्व-रूपमें विद्यमान हैं । ज्वालामुखी पहाड़ोंके निकट स्वच्छ गन्धक भी मिल जाता है। कर्बन भी हीरेके रूपमें खदानमें पाया जाता है। स्वर्णम्, रजतम् और पारदम् भी कहीं कहीं स्वच्छ रूपमें मिलते हैं । पर तत्वोंकी अपेक्षा यौगिक ही अधिक पाये जाते हैं। धातुएँ गन्धक, कर्बन, ओषजन, हरिन्, प्लविन्, स्फुर आदि तत्वोंके साथ मिली हुई पायी जाती हैं। संसारमें कर्बन, उद्जन, और ओषजनके बने हुए सहस्रों यौगिक विद्यमान हैं। पृथ्वीके पृष्ठपर तत्व लगभग निम्न-अनुपातोंमें पाये जाते हैं:—

ओषजन—	४४ से ४८.७ प्रतिशतक तक
शैलम्—	२२.८ से ३६.२ "
स्फटम्—	९.९ से ६.१ "
लोहम्—	९.६ से २.४ "
खटिकम्—	[illegible].६ से ०.९ प्रतिशतक तक
मगनीसम्—	२.७ से ०.१ "
सैन्धकम्—	२.७ से २.५ "
पांशुजम्—	१.७ से ३.१ "

भिन्न भिन्न स्थानोंपर यह अनुपात भिन्न भिन्न है। भूमण्डलका अधिक भाग सामुद्रिक है जिसके जलमें ओषजन और उद्जन नामक तत्व विद्यमान हैं। पहाड़ोंमें शैलम् तत्वकी अधिक मात्रा है।

तत्वों केसंकेत

इन तत्वोंके इतने बड़े नामोंका प्रयोग करना बड़ा कठिन कार्य्य है इसलिये प्रत्येक तत्वका एक संकेत बनाया गया है। इनके उपयोग से जोलाभ है वह आगे बताया जावेगा। ये संकेत चिह्न बहुधा तत्वोंके नामोंके प्रथम-अक्षर हैं, कहीं कहीं आवश्यकता

पढ़नेपर अन्य अक्षर संकेत मान लिये गये हैं। हम यहां मुख्य तत्त्व और उनके संकेत देते हैं।

तत्त्व	संकेत
१ अरुणिन्	रु
२ आञ्जनम्	आ
३ उद्जन	उ
४ ओषजन	ओ
५ कर्बन	क
६ कोबल्टम्	को
७ खटिकम्	ख
८ गन्धक	ग
९ टंकम्	टं
१० ताम्रम्	ता
११ दस्तम्	द
१२ नकलम्	न
१३ नैलिन्	नै
१४ नोषजन	नो
१५ परदौप्यम्	प
१६ पारदम्	पा
१७ पांशुजम्	पां
१८ प्लविन्	प्ल
१९ भारम्	भ
२० मगनीसम्	म
२१ मांगनीज़	मा
२२ रजतम्	र
२३ रश्मिम्	श्मि
२४ रागम्	रा
२५ लोहम्	लो
२६ वंगम्	व
२७ विशद	वि
२८ शैलम्	शै
२९ संक्षीणम्	क्ष
३० संदस्तम्	सं
३१ सीसम्	सी
३२ सैन्धकम्	सै
३३ स्त्रंशम	स्त्र
३४ स्फटम्	स्फ
३५ स्फुर	स्फु
३६ स्वर्णम्	स्व
३७ हरिन्	ह

इन संकेतोंसे बड़ा लाभ है। दो या अधिक तत्त्वोंको साथ लिखदेनेसे हमारा तात्पर्य्य उस यौगिकसे होता है जो उन तत्त्वोंसे मिलकर बना है। इस प्रकार ताम्रओषिदको हम (ता ओ) लिखेंगे क्योंकि यह ताम्र और ओषजनका यौगिक है। लोह गन्धिदका सकेत (लो ग) है। इस प्रकार बड़े बड़े यौगिकों को हम इन संकेतों द्वारा थोड़ेसे स्थानमें लिख सकते हैं।

इन संकेतोंका प्रयोग समीकरणोंके रूपमें भी किया जाता है जिनसे हम रासायनिक प्रक्रियाओं को भली प्रकार प्रदर्शित कर सकते हैं। यह कहा जा चुका है कि जब लोहा और गन्धक गरम किया जाता है तो लोह गन्धिद नामक यौगिक बनता है। इस प्रक्रियाको हम इस प्रकार लिख सकते हैं:—

लो + ग ‖ लो ग

पारद-ओषिदको गरम करनेपर हमें पारद और ओषजन प्राप्त होता है। यह बात समीकरण द्वारा इस प्रकार दिखाई जा सकती है:—

पा ओ ‖ पा + ओ

इसी प्रकार आगे पता चलेगा कि समीकरणों और संकेतोंका उपयोग रसायन विज्ञानके लिए कितना आवश्यक है। पहले यह कहा जा चुका है कि प्रकृति अविनाशी है। अतः यह भी ध्यान रखने योग्य है कि समीकरणोंके दोनों ओरके भार समान होने चाहिये। यह प्रत्यक्ष है कि उपर्युक्त समीकरणमें (पा ओ) अर्थात् पारदओषिदका भार पा (पारद) और ओ (ओषजन) के बराबर ही है।

द्वितीय अध्याय

वायव्य संबन्धी सिद्धान्त

डाल्टन का सिद्धान्त



जब कोई वस्तु गरम की जाती है तो उसके आयतनमें कुछ वृद्धि हो जाती है। यह नियम ठोस द्रव, और वायव्य तीनों के विषयमें एक सा है। इसी प्रकार किसी वस्तुको ठण्डा करें तो वह सिकुड़ जायगी। सारांश यह है कि वस्तुके आयतन और तापक्रममें बड़ा सम्बन्ध है। ठोस पदार्थ गरम करने पर बहुत कम बढ़ते हैं, द्रव पदार्थोंमें ठोसकी अपेक्षा अधिक बढ़ती होती है। तापमापकमें पारेको बढ़ता हुआ सभीने देखा है। पर वायव्य पदार्थ थोड़ा सा ही गरम करने पर बहुत बढ़ जाते हैं।

वायव्योंके सम्बन्धमें जिस प्रकार तापक्रमका विचार रखना पड़ता है उसी प्रकार दबावका भी ध्यान रखना चाहिये। ठोस और द्रव पदार्थोंपर दबावका कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता है। अतः जब हम वायव्योंके आयतन और तापक्रमका अध्ययन करेंगे तो हमको दबाव स्थिर रखना पड़ेगा। कल्पना कीजिये कि १ घन फुट वायुका कुछ अंश तापक्रम बढ़ानेसे इसका आयतन १½ घन फुट हो गया। इस प्रकार आयतनमें ½ घन फु० की वृद्धि हुई। यदि हम तापक्रम न बढ़ाते और वायुके दबावको कम करते तो भी आयतन बढ़ता और पहलेके समान वृद्धि होती। अतः वायुके आयतन बढ़ानेके दो साधन हैं—(१) तापक्रमको बढ़ाना और (२) दबावको कम कर देना।

इस समय हम केवल इतना ही विचार करेंगे कि यदि दबावमें कोई भेद न किया जाय और केवल तापक्रम बढ़ाया जाय तो आयतन किस हिसाबसे बढ़ेगा। आयतनके बढ़नेका नाम विस्तार और कम होनेका नाम संकोच है। यहाँ एक बात और समझलेनी उचित है कि ठोस, द्रव और वायव्योंमें एक विचित्र भेद है। समान आयतनके एकसे दो ठोस पदार्थ लीजिये, एक लोहेका और दूसरा चाँदीका। दोनोंको एक ही तापक्रम तक गरम कीजिये। अब दोनोंका आयतन देखिये। इस समय दोनोंके आयतन एक दूसरेसे भिन्न होंगे। इससे यह सिद्ध है कि चाँदी और लोहा दोनोंमें भिन्न मात्रामें विस्तार होता है। यही अवस्था द्रवोंकी है। पानी पारेकी अपेक्षा कहीं अधिक विस्तृत हो जाता है। पर वायव्योंके विषयमें यह बात नहीं है। उदजन, ओषजन और नोषजन तीनोंके समान आयतनको एकसे दबावपर समान तापक्रम तक गरम करके फिर आयतनोंकी तुलना कीजिये। अब भी तीनोंके आयतन परस्पर में बराबर होंगे। अतः यह स्मरण रखना चाहिये कि प्रत्येक वायव्य पर तापक्रमका एक समान प्रभाव पड़ता है और उनमें विस्तार और संकोच भी एकसाही होता है।

डाल्टन नामक वैज्ञानिकने वायव्योंके विषयमें एक उपयोगी सिद्धान्त निकाला है। बहुत सावधानीसे प्रयोग करनेपर उन्होंने यह निश्चित किया है कि यदि दबाव स्थिर रक्खा जाय तो प्रत्येक वायव्य ०°श से १°श तक तापक्रम बढ़ानेपर अपने आयतन का लगभग $\frac{1}{273}$ भाग बढ़ेगा। इस प्रकार जिस वायव्य का आयतन ०°श पर २७३ है उसका आयतन—

१°श	पर	२७४
२°श	पर	२७५
३°श	पर	२७६
१०°श	पर	२८३
त°श	पर	(२७३ + त)

हो जावेगा। इस नियम का ध्यान रखकर तापक्रमकी अपेक्षासे किसी गैसके आयतनके

विस्तारका अनुमान सरलता से लगाया जा सकता है।

उदाहरण—१. किसी गैसका आयतन ५°श पर ५७६ घन शतांश मीटर है तो बताओ कि २५°शपर उसका क्या आयतन होगा ?

जिस गैस का आयतन ०°श पर २७३ होता है उसका ५°श पर आयतन २७८ होता है और २५°श पर २९८ होगा।

∴ तापक्रम में ५°श से २५°श तक वृद्धि होने पर—

२७८ आयतन बढ़कर २९८ होजाता है।

∴ ५७६ " " $\frac{२९८ \times ५७६}{२७८}$=६१७ हुआ।

२. किसी वायव्यका आयतन ३०°श पर १००० घन. श. मी. है तो बताओ कि ०°श पर उसका क्या आयतन होगा ?

जिस गैसका आयतन ०°श पर २७३ है, उसका ३०°श पर आयतन (२७३+३०) अर्थात् ३०३ होगा।

अतः तापक्रममें ३०°शसे ०°श तक कमी होने पर—

३०३ आयतन घटकर २७३ होजाता है।

∴ १००० " " $\frac{१००० \times २७३}{३०३}$=९०१ हो जायगा।

बायलका सिद्धान्त

जिस प्रकार डाल्टनने वायव्योंके आयतन और तापक्रममें सम्बन्ध निश्चित किया था, उसी प्रकार बायल नामक दूसरे वैज्ञानिकने वायव्यों-के आयतन और भिन्न दबाओंमें सम्बन्ध निश्चित किया है। हम पहले कह चुके हैं कि यदि वायुका तापक्रम स्थिर रक्खा जाय तो दबावके बढ़ने पर उसका आयतन कम होता जायगा तथा यदि दबाव कम कर दिया जाय तो आयतन बढ़ जायगा।

दबावमापक यंत्र से दबाव नापा जा सकता है। इसके बनानेकी सरल रीति यह है कि कांचकी दृढ़ नली एक गज़ लम्बी लो और उसके एक सिरेको बन्द कर दो, फिर इसे पारेसे पूरा भर दो और इसके मुंहको अंगूठेसे बन्द करके एक प्यालेमें जिसमें पारा भरा हो डुबोकर उलटा खड़ा करदो। अंगूठेको निकाल लो। ऐसा करनेपर पता चलेगा कि पारा धीरे धीरे गिर रहा है। ६ इञ्चके लगभग गिरने पर पारेका गिरना रुक जायगा। यदि नलीको एक ओर झुका दिया जाय [देखो विज्ञान प्रवेशिका भाग २ चित्र ५९] तो पारा नलीमें बढ़ने लगेगा पर प्यालेमें पारेके तलसे नलीके पारेके ऊपरी तलतककी ऊँचाई उतनी ही होगी जितनी पहले थी नलीमें ६ इञ्च के लगभग जो खाली जगह थी उसमें कोई भी वायव्य नहीं है। वह शून्य स्थान है। इसका प्रयोग सबके पहले टुरेसेलीने किया था। इस शून्य स्थानको 'टुरेसेलीय-शून्य' कहते हैं। अब प्रश्न यह है कि यह पारा क्यों गिरा और नलीको झुकानेपर पारा क्यों बढ़ने लगा। इसका कारण यह है कि वायु मण्डल लगभग ४० मीलतक ऊपर फैला हुआ है। प्यालेके पारेके ऊपर इस वायु मण्डलका कुछ दबाव है। यह वायु मण्डल प्याले के पारेको नीचे दबाता है और फिर यह पारा नलीके पारेको नलीमें चढ़ा देता है। वायुमण्डल-का जितना दबाव होगा उतना ही पारा नलीमें ऊपर बढ़ेगा, और फिर रुक जायगा। यदि वायु मंडलका दबाव बढ़जाय तो नलीमें पारा थोड़ासा और ऊंचा चढ़ जायगा। इस प्रकार नलीमें पारेको ऊँचाई नापनेसे दबाव नापा जा सकता है। [देखो विज्ञान प्रवेशिका दूसरा भाग पृ० २०५-२०७]

अब हम दबाव और वायव्यके आयतनके सम्बन्धका वर्णन करेंगे यदि तापक्रम स्थिर रक्खा जाय तो दबावके बढ़ानेपर वायव्यका आयतन कम होता जायगा। यदि दबाव पहले की अपेक्षा दुगुना कर दिया जाय तो आयतन पहलेसे आधा रह जायगा। यदि दबाव तिगुना कर दिया जाय तो आयतन पहलेका तिहाई हो-

जायगा, इसी प्रकार दबाव १० गुनाकर देनेपर आयतन दसवाँ भाग ही रह जायगा।

दबाव—१, २, ३,...१०...द

आयतन—१, $\frac{१}{२}$, $\frac{१}{३}$... $\frac{१}{१०}$... $\frac{१}{द}$

इसी प्रकार यदि दबाव पहलेकी अपेक्षा आधा रहजाय तो आयतन दुगुना हो जायगा। दबाव तिहाई कर देनेपर आयतन तिगुना होजायगा।

दबाव—१, $\frac{१}{२}$, $\frac{१}{३}$,......द

आयतन—$\frac{१}{१}$, २, ३,......$\frac{१}{द}$

इस प्रकार यह स्पष्ट है कि जिस अनुपातमें दबाव बढ़ता है उसी अनुपातमें आयतन कम होता है। इसे व्युतक्रम-अनुपात कहते हैं। बायलने सिद्धान्त इस प्रकार प्रस्तुत किया कि जब तापक्रम स्थिर रहता है तो वायव्यके आयतन और दबावमें व्युत्क्रम अनुपात रहता है।

उदाहरण—किसी वायव्यका आयतन ७८० मिली मीटर दबावपर ५३० घन श० मी० है तो बताओ कि ७६० मि० मी० दबावपर उसका क्या आयतन होगा ?

बायलके नियमानुसार दबाव और आयतनमें व्युत्क्रम अनुपात रहता है। अत:

यदि ७८० मि० मी० दबावपर आयतन ५३० घ० श० मी है

तो १ ,, ,, ,, ५३०×७८० होगा

,, ७६० ,, ,, ,, $\frac{५३० \times ७८०}{७६०}$,,

यह स्मरण रखना चाहिये कि यदि दबाव कम किया जायगा तो आयतन बढ़ेगा तथा यदि दबाव अधिक किया जायगा तो आयतन कम होजायगा। यदि क मिली० मी० दबावपर वायव्यका आयतन च घन० श० मी० है तो ख मिली० मी० दबावपर आयतन $\frac{क च}{ख}$ घन० श० होगा।

यहाँ यह भी समझ लेना चाहिये कि ज्यों ज्यों दबाव बढ़ता है त्यों त्यों आयतन कम होता जाता है। पर वायव्यका भार उतना ही रहता है, भार पर दबाव का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। अतः यह स्पष्ट ही है कि दबावके बढ़जानेसे वायव्यका आपेक्षिक घनत्व भी बढ़ता है, क्योंकि आपेक्षिक घनत्व= $\frac{भार}{आयतन}$ अतः दबाव और आपेक्षिक घनत्व समानुपाती हैं।

दबाव और तापक्रमका आयतनपर प्रभाव

अब तक हमने दबाव और तापक्रमका आयतन पर पृथक् पृथक् जो प्रभाव पड़ता है उसका वर्णन किया है। जब हमने दबाव और आयतन के सम्बन्धकी विवेचना की थी तब तापक्रमको स्थिर रखा था। और जब तापक्रम और आयतन के सम्बन्धपर विचार किय था तब दबावको स्थिर रक्खा था। कल्पना कीजिये कि वायव्य पर के दबाव और उसके तापक्रम दोनों में परिवर्त्तन हो रहा है। ऐसी अवस्था में आयतन में क्या परिवर्तन होगा ? इस प्रश्न का उत्तर डाल्टन और बायल दोनों के सिद्धान्तोंका साथ साथ उपयोग करने से निकाला जा सकता है। निम्न उदाहरण से यह बात स्पष्ट है:—

उदाहरण—२५°श तापक्रम और ४६० मि. मी. दबाव पर किसी वायव्यका आयतन ३५० घन. श. मी. है तो ३०°श और ४०० मि. मी. दबाव पर इसका आयतन क्या होगा ?

उपर्युक्त सिद्धान्तों के प्रयोग से यदि दबाव ४६० मि. मी. पर स्थिर हो तो जिस गैस का आयतन २५°श पर ३५० घन. श. मी. है उसका आयतन ३०°श पर यह होगा—

$$\frac{(२७३+३०)\times ३५०}{(२७३+२५)} = \frac{३०३ \times ३५०}{२९८} \text{ घन. श. मी.}$$

अब यदि दबाव ४६० मि. मी. से ४०० मि. मी. हो जाय तो आयतन बायलके सिद्धान्तके अनुसार यह होगा.—

$$\frac{३०३ \times ३५०}{२९८} \times \frac{४६०}{४००} = \text{घन. श मी}$$

सामान्यतः यदि त° श तापक्रम और द मि. मी. दबाव पर आयतन स. घन. श.मी. हो तो थ° श तापक्रम और ध मि. मी. दबाव पर आयतन

$$\frac{(२७३ + थ^\circ) \times स \times द}{(२७३ + त^\circ) \times ध}$$ घन. श. मी. होगा।

यहां यह कहदेना भी आवश्यक है कि आयतन बहुधा घन. श. मी में या लीटर (=१००० घन. श. मी.) में नापा जाता है। और दबाव मिली- मीटरमें अधिकतर दिया जाता है। दबाव मिली- मीटरमें देनेसे यह तात्पर्य्य नहीं है कि दबाव लम्बाईके समान कोई गुण है जिसे मिलीमीटर- में नापते हैं। जब हम कहते हैं कि दबाव अमुक मि. मी. है तो हमारा तात्पर्य यह है कि दबाव उतने मिलीमीटर ऊँचाई वाले पारदके दबाव के बराबर है। जिस समय सामान्य ताप क्रम और सामान्य दबावका निर्देश किया जाय, उस समय ०°श और ७६०°मि- मी.दबावका तात्पर्य समझना चाहिये।

बहुतसे स्थानों पर साधारण तापक्रम सूचक अंकोंके स्थानमें परमांशोंका प्रयोग किया जाता है। यह सिद्ध किया गया है कि वास्तविक शून्यांक हमारे शतांशमापकके शून्यसे २७३° और नीचे है। इस प्रकार यदि हम इस वास्तविक शून्यांक को शून्य मानकर अन्य तापक्रमों की गणना करें तो हमें साधारण तापक्रम के अंशोंमें २७३ जोड़ देना चाहिये। जोड़कर जो अंश आता है उसे परमांश कहते हैं। उदाहरणतः—

१°श=(१ + २७३)°परमांश

४°श=(४ + २७३)°परमांश

क°श=(क + २७३)°परमांश

गेलूज़कका सिद्धान्त

सं०१८६५ वि० में गेलूज़क ने एक उपयोगी सिद्धांतकी खोजकी जो इस प्रकार है—यदि कुछ वायव्योंमें रासायनिक संयोग होता है तो उनके आयतनोंमें एक निश्चित सरल अनुपात विद्यमान रहता है और यदि संयोग द्वारा कोई वायव्य पदार्थ प्राप्त होता हो तो उसके आयतन और पूर्व वायव्य- के आयतनमें भी एक सरल अनुपात विद्यमान रहेगा। निस्सन्देह ये आयतन एकही तापक्रम और दबाव पर नापे जाने चाहिये। यह सिद्धान्त निम्न प्रयोगों द्वारा स्थिर किया गया था जिनका वर्णन आगे पुस्तकमें किया जायगा—

१. १ आयतन ओषजन २ आयतन उद्जन से संयुक्त होकर २ आयतन भाप देता है।

२. १ आयतन हरिन १ आयतन उद्जनसे संयुक्त होकर २ आयतन उद्हरिकाम्ल देता है।

३. १ आयतन नोषजन २ आयतन ओषजनसे संयुक्त होकर २ आयतन नोषजन द्विओषिद देता है।

४. १ आयतन नोषजन ३ आयतन उद्जनसे संयुक्त होकर २ आयतन अमोनिया देता है।

इस सिद्धान्तका लाभ यह है कि यदि वायव्य तत्वोंका घनत्व ज्ञात हो और यदि यह ज्ञात हो कि उनके संयोगमें आयतनोंका अनुपात क्या है तथा यौगिक वायव्य के आयतन और मूल तत्वोंके आयतनोंमें क्या अनुपात है तो प्राप्त यौगिकका घनत्व निकाला जा सकता है।

उदाहरण—(१) दो आयतन उद्जन १ आयतन ओषजन वायव्य से संयुक्त होकर २ आयतन भाप देता है। उद्जनका घनत्व वायुकी अपेक्षा ०'०६९२ है, अर्थात् किसी स्थिर दबाव और तापक्रमपर जिस आयतनमें १ ग्राम हवा आवेगी उतनेमें ही ०'०६९६ ग्राम उद्जन आवेगा। इसी प्रकार ओषजनका घनत्व १'१०५६ है। अतः—

२ आयतन उद्जनका भार ०'१३८६ ग्राम है।
१ " ओषजन " १'१०५६ ग्राम है।

अतः २ आयतन भापका भार १.२४४२ ग्राम है।
∴ १ " " " ०.६२२१ ग्राम है।

अतः वायुकी अपेक्षासे भापका आपेक्षिक घनत्व ०.६२२१ है।

दूसरा उदाहरण—१ आयतन उद्जन १ आयतन हरिन्—गैसके साथ संयुक्त होकर २ आयतन

उदहरिकाम्ल देता है। उदजनका घनत्व ०.०६६१, और हरिन्का घनत्व २.४४३५ है तो उद-हरिकाम्ल का क्या घनत्व होगा?

१ आयतन उदजनका भार ०.०६९१ ग्राम है।
१ " हरिन् " २.४४३५ "

२ आयतन उदहरिकाम्ल " २.५१२८ "
∴ १ " " १.२५६४ "
∴ उदहरिकाम्ल वायव्यका घनत्व १.२५६४ है।

एवोगैड्रोका सिद्धान्त

एवोगैड्रोने वायव्योंके विषयमें एक उपयोगी सिद्धान्त निर्धारित किया है। उसका कथन है कि प्रत्येक वायव्य [चाहे वह तत्त्व हो या कोई यौगिक हो] के समान आयतनमें जबवे स्थिर तापक्रम और दबाव पर होंगे, अणुओंकी संख्या समान होगी। तात्पर्य्य यह है कि जितने आयतन में किसी दिये हुए तापक्रम और दबाव पर जितने उदजनके अणु आवेंगे उतने आयतनमें उतने ही अणु हरिन, ओषजन, नोषजन आदि तत्त्व-वायव्यों के आवेंगे। इसी प्रकार उतनेही आयतनमें यौगिक गैस जैसे अमोनिया, उदहरिकाम्ल आदि के उतने ही अणु आवेंगे।

उ$_2$ ह$_2$ २उह

चित्रों द्वारा स्पष्ट है कि यदि दो कोष्ठोंका आयतन बराबर हो तो उदजन और हरिनके अणुओंकी संख्या भी दोनों कोष्ठोंमें बराबर होगी। यह कहनेकी आवश्यकता नहीं है कि दोनों वायव्यों का तापक्रम और दबाव एकही होना चाहिये। उदजन और हरिन् मिलकर जिस प्रकार उदहरिकाम्ल बनाते हैं वह भी चित्रमें स्पष्ट किया गया है। चित्रसे स्पष्ट है कि उदहरिकाम्लके आयतन का उतना ही भाग लिया जाय जितना उदजन या हरिन् का था, तो उनमें भी उतने ही अणु होंगे जितने उदजन के आयतन में थे।

यहाँ यह भी समझ लेना चाहिये कि अणु और परमाणुमें क्या भेद है। जलके यदि विभाग करते जावें तो उसकी एक अन्तिम अवस्था आवेगी। इस सूक्ष्मतम कणको जल का अणु कहेंगे। इन अणुको और विभाजित करनेपर जल तो न मिलेगा पर प्रत्येक अणुमें २ परमाणु उदजन और १ परमाणु ओषजन मिलेगा अतः अणु किसी पदार्थ की वह सूक्ष्मतम अवस्था है जिसमें पदार्थके परमाणु मिलकर रह सकते हैं। अणु यौगिकों और तत्वों दोनोंके हो सकते हैं पर परमाणु केवल तत्वोंके होते हैं। उदजन (उ$_2$), ओषजन (ओ$_2$) हरिन् [ह$_2$], नोषजन [नो$_2$], उदहरिकाम्ल [उ ह] आदि पदार्थोंके अणुओंमें दो परमाणु हैं, और कर्बनद्विओषिद [क ओ$_2$], ओषोन [ओ$_3$] आदि पदार्थोंके प्रत्येक अणुमें ३ परमाणु हैं। इसी प्रकार अमोनिया [नो उ$_3$] स्फुर [स्फु$_4$] के अणुओंमें ४ परमाणु हैं।

एवोगैड्रोके उपर्युक्त सिद्धान्तका समर्थन इस बातसे होता है कि प्रत्येक आदर्श गैसपर तापक्रम और दबावका प्रभाव एकही प्रकारका होता है। तापक्रमके बढ़ानेपर प्रत्येक वायव्यका विस्तार समान ही होता है जैसा कि डाल्टनके सिद्धान्त द्वारा पहले दिखाया जा चुका है। इसी प्रकार दबावके प्रभावसे भी प्रत्येक वायव्य एक समानही सिकुड़ता है। यह तभी सम्भव हो सकता है जब प्रत्येक वायव्यके समान आयतनमें अणुओंकी संख्या समान हो। यदि संख्या समान न होती तो बराबर तापक्रम या दबाव में वृद्धि करनेसे आयतनके प्रसारकी मात्रा भी भिन्न भिन्न होती। पर ऐसा नहीं होता है।

ग्रैहमका निस्सरण सिद्धान्त

सं० १८८० वि०में डोबरीनर नामक वैज्ञानिकने यह देखा कि जब एक काँचकी कुप्पी को जिसमें एक छोटा सा छेद था, उदजनसे भर कर पानीके ऊपर उलटा रक्खा गया तो दूसरे दिन उदजनका आयतन कम होगया। इससे सिद्ध है कि कुछ

उद्‌जन निकल भागा था। पर जब कुप्पीको एक बड़े काँचके मटकेसे ढककर जिसमें भी उद्‌जन भरा था, रक्खा गया तो कुप्पीके उद्‌जनका आयतन कम न हुआ। यदि इसी कुप्पीमें वायुभर कर वायु मंडलमें रक्खा गया तो भी आयतनमें कोई भेद नहीं हुआ।

दो बेलनाकार-पात्र लो जिनके मुँह बिलकुल चिकने हों, और एक में उद्‌जन गैस भर दो और दूसरे में कर्बन-द्वि-ओषिद् गैस भरो। एक पात्रके ऊपर दूसरा पात्र औंधा करके रख दो। कर्बन-द्विओषिद् वालापात्र नीचे रहे। उद्‌जनकी अपेक्षा कर्बन द्विओषिद् २२ गुना भारी है। अतः कर्बन-द्विओषिद्‌को नीचेके पात्रमें ही रहना चाहिये था और उद्‌जन ऊपरके पात्रसे नीचेके पात्रमें न आना चाहिये। पर ऐसा नहीं होता है। थोड़ी देरके पश्चात् कर्बनद्विओषिद् ऊपर वाले पात्रमें और उद्‌जन नीचेके पात्रमें बहकर चला आता है, यहां तक कि एक वह अवस्था आती है जब दोनों वायव्योंका एक रस मिश्रण बनाता है। इस प्रयोग से यह स्पष्ट है कि वायव्योंका आपेक्षिक घनत्व चाहे कुछ भी क्यों न हो, यदि उनके पात्र एक दूसरेके संसर्गमें रक्खे जायेंगे तो वायव्य एक पात्र से दूसरे पात्रमें निस्सरित होगा [बह कर आजावेगा] यह निस्सारण क्रिया ! तब बन्द होजावेगी जब दोनों पात्रोंमें दोनों गैसोंका सम-मिश्रण बन जावेगा।

यही कारण है कि यदि कर्बनद्विओषिद् गैस भरकर बर्तनको खुला छोड़ दिया जाय तो थोड़ी देरके बाद बर्तनमेंसे कर्बन-द्विओषिद् निकल जायगा और उसके स्थानमें वायुमण्डलका वायु आजावेगा।

इन सब प्रयोगोंसे यह स्पष्ट है कि वायव्य-में निस्सरण diffusion [बहकर बाहर निकल आनेका] का गुण है। अब प्रश्न यह है कि क्या सब वायव्य एकही गतिसे निस्सरित होते हैं या कोई वायव्य जल्दी निस्सरित होता है और कोई धीरे। इस प्रश्नका यथोचित उत्तर ग्रैहम नामक वैज्ञानिकने सं० १८९० वि० में दिया था। यह साधारण सी बात है कि भारी वस्तुकी गति धीमी होती है और हलकी चीज़ें भागनेमें तेज़ होती हैं। मोटा आदमी धीरे धीरे क़दम बढ़ाता है पर दुबला पतला व्यक्ति तेज़ दौड़ सकता है। बस यही बात गैसोंके भी सम्बन्धमें है। जिन गैसोंका घनत्व अधिक है वे धीरे धीरे निस्सरित होती हैं और हलकी गैसें अधिक गतिसे निस्सरित होती हैं। सिद्धान्त है कि वायव्योंके निस्सरणकी आपेक्षिक गतियों और उनके घनत्वोंके वर्गमूलोंमें व्युत्क्रम अनुपात है। अर्थात् यदि एक वायव्य दूसरे वायव्यसे १६ गुना भारी है तो उसके निस्सरणकी गति उस वायव्यकी गतिका $\frac{१}{\sqrt{१६}} = \frac{१}{४}$ भाग होगी

नीचेकी सारिणीमें दिये हुए अंकोंसे यह बात स्पष्ट है:—

वायव्य	घनत्व (वायु=१)	$\frac{१}{\sqrt{घनत्व}}$	निस्सरण-की गति वायु=१
उद्‌जन	०·०६९	३·७८	३·८३
दारेन	०·५५९	१·३४	१·३४
नोषजन	०·९७१	१·०१५	१·०१४
ओषजन	१·१०५६	०·९५१	०·९५०
कर्बन द्विओषिद्	१·५२९	०·८०९	०·८१२

वायव्योंके निस्सरणका यह गुण हमारे लिये बड़ा उपयोगी है। जब नगरोंमें किसी एक स्थान-की हवा गन्दी हो जाती है तो यह गन्दी हवा धीरे धीरे समस्त वायुमण्डलमें निस्सरित हो जाती है और हम इसके हानिप्रद प्रभावसे बच जाते

हैं। ग्रैहमके सिद्धान्त द्वारा वायव्योंका आपेक्षिक घनत्व निकाला जासकता है। प्रयोग द्वारा केवल इतना निकालनेकी आवश्यकता पड़ेगी कि उन गैसोंकी निस्सरण गतिमें क्या अनुपात है।

उदाहरण—वायुकी अपेक्षा एक अज्ञात वायव्यकी निस्सरण गति १·८५ है तो इस वायव्यका आपेक्षिक घनत्व (वायुकी अपेक्षासे) क्या होगा?

ग्रैहमके सिद्धान्तानुसार—

$$\text{निस्सरण गति} = \sqrt{\frac{१}{\text{घनत्व}}}$$

$$\therefore \sqrt{\text{घनत्व}} = \frac{१}{\text{निस्सरण-गति}}$$

$$\therefore \text{घनत्व} = \frac{१}{(\text{निस्सरण-गति})^२}$$

$$\therefore \text{अज्ञात वायव्यका घनत्व} = \frac{१}{(१·८५)^२} = ·२९$$

वायव्योंका द्रवीकरण

साधारणतः हम दो प्रकारके वायव्य देखते हैं। एक जैसे भाप। भापको हम बहुत सरलतासे द्रवीभूत कर सकते हैं। यदि भापके ऊपर कोई बर्तन ठण्डे जलसे भर कर रख दिया जाय तो भापके स्थानमें जलकी बूँदें दिखाई पड़ेंगी। पर कुछ गैसें ऐसी हैं जिन्हें हम आसानीसे द्रवीभूत नहीं कर सकते हैं। जैसे हवा, कर्बनद्विओषिद, उद्जन, नोषजन आदि। पर वैज्ञानिकोंने इन पदार्थोंको भी द्रवीभूत करके दिखा दिया है।

द्रवीकरणके सिद्धान्तके पूर्व एक बात समझ लेनी चाहिये। जब किसी गैसपर एकदम दबाव अधिक डाला जाता है तो सिकुड़नेके साथ उसमें कुछ गरमी भी पैदा होती है। इसी प्रकार यदि गैसपरसे दबाव एकदम बहुत कम कर दिया जाय तो तापक्रम भी कम हो जाता है अर्थात् गैस पहलेकी अपेक्षा ठण्डी हो जाती है। इस प्रकार प्रत्येक गैसको ठण्डी करनेकी दो विधि हैं:— १—तापक्रमको किसी ठण्डी वस्तुके संसर्गसे रखकर कम कर देना, और २—गैसके दबावको एकदम कम कर देनेसे।

वायव्योंके द्रवीकरणमें ये दोनों सिद्धान्त काममें लाये जाते हैं। द्रवोंवस्था और वायव्यवस्थामें केवल इतनाही तो भेद है कि द्रवोंके परमाणु एक दूसरेके बहुत निकट होते हैं और वायव्योंमें परमाणु अलग अलग होते हैं। वायव्य पर जितना अधिक दबाव डाला जायगा उतना ही उसका आयतन कम हो जायगा और इसके परमाणु अधिक निकट आजायेंगे। इससे अनुमान लगाया जासकता है कि यदि गैसको ठण्डा न भी किया जाय और इसपर दबाव बहुत अधिक डाला जाय तो गैस द्रवीभूत हो जावेगी। पर यह अनुमान सदा ठीक नहीं होता है। कर्बनद्विओषिद पर प्रयोग करसे देखा गया है कि दबाव चाहे कितना ही अधिक क्यों न करो, यह तब तक द्रवीभूत नहीं होगी जब तक इसका तापक्रम ३१·३५° का न होजाय। ५०° के तापक्रम पर हम कर्बनद्विओषिदको केवल दबावको बढ़ाकर द्रवीभूत नहीं कर सकते। अतः इस गैसको द्रवीभूत करनेके लिये दो बातोंकी आवश्यकता है—१. अधिकसे अधिक तापक्रम ३१·३५ का हो और २, दबाव लगभग ५० वायुमंडलके हो। ०°श पर कुछ गैसें साधारण दबाव डालनेसे ही द्रवीभूत हो जाती हैं। यह दबाव निम्न अङ्कों द्वारा स्पष्ट है—

गन्धक द्विओषिद—	१·५३	वायुमंडल
हरिन्	३·६६	,,
अमोनिया	४·२६	,,
कर्बनद्विओषिद	३४·५५	,,

ओषजन, उद्जन, नोषजन आदि वायव्योंको शून्य तापक्रमपर २००० वायुमंडल दबावके अन्दर रखा गया। तब भी ये द्रवीभूत न हुए। संवत् १८२६ वि० में एण्ड्रूज नामके वैज्ञानिकने यह घोषणाकी कि कोई भी वायव्य तब तक द्रवीभूत

नहीं हो सकता है चाहे कितना भी दबाव क्यों न डाला जाय जब तक इसे एक निश्चित तापक्रम तक ठण्डा न कर लिया जायगा। इस तापक्रम को विपुल तापक्रम (critical tempe ature) कहते हैं। विपुल तापक्रमके नीचे निश्चित दबाव डालकर वायव्य द्रवीभूत किया जा सकता है। इस निश्चित दबावको विपुल-दबाव कहते हैं। इस प्रकार विपुल तापक्रम वह उच्चतम (maximum) तापक्रम है जिसपर वायव्य द्रवीभूत हो सकता है और विपुल दबाव वह निम्नतम (minimum) दबाव है जो वायव्यके द्रवीभूत करनेके लिये आवश्यक है। प्रत्येक वायव्यके लिये विपुल दबाव और विपुल तापक्रम भिन्न भिन्न हैं। कुछ वायव्यों-के विपुल दबाव और विपुल तापक्रम यहाँ दिये जाते हैं :—

वायव्य	विपुल दबाव	विपुल तापक्रम
उद्जन	१२·८	−२३६·६°
ओषजन	५०·२	−११८·७५°
नोषजन	३३·४६	−१४७·१३°

इन वायव्योंको द्रवीभूत करनेकी सूक्ष्म विधि यह है कि इन्हें किसी बर्तनमें बड़े भारी दबावके अन्दर रखते हैं। फिर एक छेद द्वारा इन्हें एक दम बाहर निकालते हैं। ऐसा करनेसे इनका तापक्रम स्वयंही बहुत कम हो जाता है। इस प्रकार ठण्डा करके इनपर फिर विपुल दबाव डाला जाता है। बस वायव्य द्रवीभूत हो जाते हैं।

तीसरा अध्याय

निश्चित अनुपात का सिद्धान्त



प्रथम अध्यायमें तत्वों तथा उनके संकेतोंका कुछ परिचय कराया गया है। यह भी बताया जा चुका है कि कई तत्वों से मिलकर एक यौगिक बनता है। जब हम सैन्धकम् को हरिन् में जलाते हैं तो हमको एक सफेद चूर्ण सा पदार्थ मिलता है। जब समुद्रका पानी औटाया जाता है तब भी इसी प्रकारका चूर्ण प्राप्त होता है। ये दोनों चूर्ण नमकीन होते हैं और पानीमें एक ही प्रकारसे घुलते हैं। इन दोनों-के यदि रवे बनाये जावें तो उनकी आकृति भी एकसी होगी गुरुत्व आदि अन्य जितने भी गुण हैं, वे सब इन दोनों पदार्थोंमें एक से होंगे। अतः यह कहा जासकता है कि दोनों पदार्थ एक ही हैं, और समुद्रके जलसे प्राप्त चूर्ण भी सैन्धकम् और हरिन्से मिलकर बना है। इस पदार्थको साधारणतया हम नमक कहते हैं पर रसायन शास्त्रके शब्दोंमें इसे सैन्धक हरिद् कह सकते हैं क्योंकि इसमें सैन्धकम् और हरिन् नामक दो तत्व हैं।

दोनों प्रकारके उक्तचूर्णों का विश्लेषण करने पर यह पता चलता है कि दोनोंमें सैन्धकम् और हरिन् तत्वोंकी मात्राका अनुपात एक ही है। इनके १०० भागमें ३९.३ भाग सैन्धकम् है और ६०.७ भाग हरिन् है। चाहे कभी और कहीं क्यों न बनाया जाय, सैन्धक हरिदमें इनदोनों तत्वों का अनुपात यही रहेगा। यह कभी नहीं होसकता है कि यदि २३ भाग सैन्धकम् ३५.५ भाग हरिन्के साथ मिलकर यौगिक बनाता है तो कभी ३५ भाग सैन्धकम् २५ भाग हरिन् से मिल जाय। इसी प्रकार यदि १६ भाग ओषजन को २ भाग उद्जनके साथ संयुक्त करें तो १८ भाग जल मिलेगा। पर यदि हम चाहें कि १० भाग ओषजन २ भाग उद्जन से संयुक्त होकर १२ भाग जलदेदे तो यह असम्भव है। १२ भाग जलके बनाने के लिये हमें १०⅔ भाग ओषजन और १⅓ भाग उद्जन लेना पड़ेगा। अर्थात् पहलेके समान ओषजनका भार उद्जन के भारका ८ गुना रखना पड़ेगा। यही बात अन्य यौगिकोंके विषयमें भी है। इन सब उदाहरणों से यह सिद्धान्त निकालता है कि प्रत्येक यौगिकके तत्वोंमें एक निश्चित अनुपात रहता है।

कभी कभी यह होता है कि दो तत्व कई अनुपातोंमें संयुक्त हो सकते हैं। पर इस प्रकारके संयोग से भिन्न भिन्न यौगिक बनेंगे और इन यौगिकोंके गुण भी भिन्न होंगे। उदाहरणके लिये लोहेके टुकड़ेमें जब जंग लगता है तो लोहम् और ओषजन में संयोग होकर एक विशेष यौगिक बनता है जिसे लोहिक ओषिद कहते है। पर जब लोहेको ओषजनमें जलाते हैं तो एक दूसरा यौगिक बनता है जिसे लोहेका चुम्बकी-ओषिद कहते हैं। इन दोनों ओषिदों के गुण भिन्न भिन्न हैं। पहले ओषिदमें ७० प्रतिशतक लोहा और ३० प्रति शतक ओषजन है। पर दूसरे यौगिकमें ७२.४ प्रति शतक लोहा और २७.६ प्रति शतक ओषजन है। तात्पर्य्य यह है कि एक ही प्रकारके तत्वोंसे बने हुए भिन्न भिन्न यौगिकोंमें यदि तत्वोंकी मात्रा का अनुपात भिन्न भिन्न हो तो उनके गुण भी भिन्न भिन्न होंगे।

कोई कोई तत्व ऐसा होता है जो अन्य अनेक तत्वों से मिलकर यौगिक बना सकता है। ओषजन लगभग सब तत्वोंके साथ संयुक्त होकर ओषिद बनाता है। २१६ भाग पारदओषिदको गरम करनेसे हमको २०० भाग पारदम् और १६ भाग ओषजन मिलेगा। इसी प्रकार ४० भाग मगनीस-ओषिदमें २४ भाग मगनीसम् और १६ भाग ओषजन है। यदि हम ८० भाग काले ताम्रम्ओषिदमेंसे सब ताम्रम् और ओषजन अलग करलें तो हमें ६४ भाग ताम्रम् और १६ भाग ओषजन मिलेगा।

इस प्रकार इन ओषिदोंसे प्रकट होता है कि १६ भाग ओषजन से संयुक्त होनेके लिये २०० भाग पारदम्, २४ भाग मगनीसम् और ६४ भाग ताम्रम् का लेना आवश्यक है।

पारदम्	२००	मगनीसम्	२४	ताम्रम्	६४
ओषजन	१६	ओषजन	१६	ओषिजन	१६
पारदओषिद	२१६	मगनीसओ	०४०	ताम्रओषिद	८०

पारदम्, मगनीसम्, और ताम्रम्, ये तीनों पदार्थ गन्धकसे संयुक्त होकर गन्धिद भी बनाते हैं। इन गन्धिदोंकी परीक्षा करने पर एक विचित्र बात प्रकट होती है। २०० भाग पारदम् ३२ भाग गन्धक से संयुक्त होकर पारद गन्धिद बनाता है। साथ ही साथ २४ भाग मगनीसम् भी ३२ ही भाग गन्धकके संयोग से मगनीस गन्धिद बनाता है। इसी प्रकार ६४ भाग ताम्रम् ३२ भाग गन्धक के साथ ताम्र गन्धिद बनाता है।

पारदम्	२००	मगनीसम्	२४	ताम्रम्	६४
गन्धक	३२	गन्धक	३२	गन्धक	३२
पारदगंधिद	२३२	मगनीसम् गन्धिद	५६	ताम्रमुगंधिद	९६

इसी प्रकार हरिदों के विषय में पाया जाता है जैसा कि निम्न अङ्कों से स्पष्ट है:—

पारदम्	२००	मगनीसम्	२४	ताम्रम्	६४
हरिन्	७१	हरिन्	७१	हरिन्	७१
पारद हरद	२७१	मगनीसहरिद	९५	ताम्र हरिद	१३५

इन उदाहरणोंसे पता चलता है कि यदि हम तीनों तत्वोंको एक निश्चित अनुपातमें लें तो हमको दूसरे तत्व जो तीनों से संयुक्त हो सकते हैं, एक स्थिर मात्रा में मिलते हैं। अर्थात् २०० भाग पारदम्, २४ भाग मगनीसम् या ६४ भाग ताम्रम् १६ भाग ओषजन ३२ भाग गन्धक या ७१ भाग हरिन् के साथ संयुक्त हो सकते हैं।

गुणक अनुपातका सिद्धान्त

प्रत्येक यौगिक के तत्वों की मात्रा का पारस्परिक अनुपात तो स्थिर रहता ही है पर यह भी बहुधा देखा गया है कि एक तत्व दूसरे तत्वोंसे दो या अधिक प्रकारकी मात्रामें भी संयुक्त हो सकता है। कर्बन और ओषजनसे संयुक्त दो भिन्न गुणों वाले यौगिक पाये गये हैं। एक यौगिकके १०० भाग में ४२.८६ भाग कर्बन और ५७.१४ भाग ओषजन है। दूसरे प्रकारके यौगिकके १०० भागमें २७.२७ भाग कर्बन और ७२.७३ भाग ओषजन है। कर्बन और उदजन भी कई अनुपातोंमें संयुक्त होते हुए पाये गये हैं। एक यौगिकके १०० भागमें ८५.६८ भाग कर्बन और १४.३२ भाग उदजन है। दूसरे यौगिकके १०० भागमें ७४.९५ भाग कर्बन और २५.०५ भाग उदजन है।

	(१)	(२)
कर्बन	४२.८६	२७.२७
ओषजन	५७.१४	७२.७३
	१००.००	१००.००

	(१)	(२)
कर्बन	८५.६८	७४.९५
उदजन	१४.३२	२५.०५
	१००.००	१००.००

इन उदाहरणोंसे यह तो स्पष्ट है कि एक तत्व दूसरे तत्वसे एकसे अधिक मात्रामें भी संयुक्त होसकता है। ऊपर दी हुई संख्याओंसे कोई ऐसा सिद्धान्त प्रकट नहीं होता है जिससे दो तत्वोंके भिन्न भिन्न यौगिकों में कोई नियम स्थापित हो सके। डाल्टन नामक वैज्ञानिकने इन संख्याओंके रूपको थोड़ासा परिवर्तित कर दिया, और इस प्रकार उसने उपयोगी सिद्धान्त की खोज की।

(क) कर्बन और ओषजन के एक यौगिक में:—

जब कर्बन ४२.८६ भाग है तो ओषजन ५७.१४ भाग है

१ ,, १.३३ ,,

दूसरे यौगिक मेंः—

„ २७.२७ „ ७२.७३ „

„ १ „ २.६६ „

इस प्रकार यदि दोनों यौगिकों में कर्बनकी मात्रा समान हो तो ओषजनकी मात्रा एक यौगिकसे दूसरेमें दुगनी है।

(ख) कर्बन और उद्जनके एक यौगिक मेंः—
जब कर्बन ८५·६८ भाग है तो उद्जन १४·३२भाग है

∴ „ १ „ „ ०·१६७ „

दूसरे यौगिक मेंः—

„ ७४.९१ „ „ २५.०९ „

„ १ „ „ ०·३३४ „

इस उदाहरणसेभी स्पष्ट है कि यदि दोनों यौगिकोंमें कर्बनकी मात्रा समान ली जाय तो उद्जनकी मात्रा एक यौगिकसे दूसरेमें दुगनी है।

इसी प्रकार नोषजन और ओषजनमें पांच प्रकारसे संयोग पाया गया है। इन पांचों यौगिकों में से प्रत्येकके १०० भागमें नोषजन और ओषजनका परिमाण निम्न प्रकार हैः—

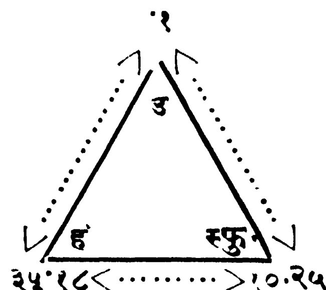
	(१)	(२)	(३)	(४)	(५)
नोषजन	६३·६	४६·६	३६·८	३०·४	२५·९
ओषजन	३६·४	५३·४	६३·२	६९·६	७४·१
	१००·०	१००·०	१००·०	१००·०	१००·०

इन पांचों यौगिकोंमें नोषजनकी मात्रा समान लेनेसे पता चलता है कि ओषजनकी मात्राओंमें एक नियम व्यापक है। नोषजन यदि एक भाग लिया जाय तो क्रमानुसार—

ओषजन—०·५७, १·१४, १·७१, २·२८, २·८५ होगा। इस प्रकार ओषजनकी संख्याओंसे प्रतीत होता है कि इनमें १ः २ः ३ः ४ः ५ का अनुपात है। इसी प्रकारके अनेक उदाहरणोंकी परीक्षा करनेके उपरान्त डाल्टन महोदयने 'गुणक-अनुपातका सिद्धान्त' निकाला कि जब दो तत्त्व संयुक्त होकर एक से अधिक यौगिक बनाते हैं और इन तत्त्वोंमें से यदि एककी मात्रा सब यौगिकोंमें स्थिर हो तो दूसरे तत्त्वकी मात्रामें गुणक अनुपात होता है।

व्युत्क्रम अनुपातका सिद्धान्त

बहुतसे तत्त्व ऐसे होते हैं कि वे दो भिन्न तत्त्वोंसे संयुक्त होकर भिन्न यौगिक बनाते हैं। उदाहरणके लिये, १ भाग उद्जन ३५·१८ भाग हरिन्से संयुक्त हो सकता है और यही एक भाग उद्जन १०·२५ भाग स्फुरसे भी संयुक्त हो सकता है। प्रयोग द्वारा ज्ञात हुआ है कि स्फुर भी हरिन्से मिलकर यौगिक बनाता है। इस यौगिकके हरिन् और स्फुरमें ३५·१८ : १०·२५ का अनुपात है। हम यह कह सकते हैं कि ३५·१८ भाग हरिन् १ भाग उद्जनके तुल्य शक्तिक है, और स्फुरका १०·२५ भाग उद्जनके १ भागके तुल्य शक्तिक है। अतः यह भी कहा जा सकता है, कि ३५·१८ भाग हरिन् १०·२५ भाग स्फुरके तुल्य-शक्तिक है। इस प्रकार सिद्धान्त यह निकला कि दो तत्वोंकी जो मात्रायें किसी तीसरे तत्वकी किसी स्थिर मात्राके तुल्यशक्तिक होती हैं वह मात्रायें परस्परमें भी तुल्य शक्तिक होती हैं। यह बात निम्न चित्रसे स्पष्ट है :



इस त्रिकोणमें उ, ह और स्फु क्रमानुसार उद्जन, हरिन् और स्फुरके संकेत हैं। चित्रमें तीर-चिह्नोंसे स्पष्ट है कि १ भाग उ १०·२१ भाग स्फुसे संयुक्त हो सकता है, १०·२५ भाग स्फु ३५·१८ भाग ह से संयुक्त हो सकता है। अर्थात् १ भाग उद्जन, ३८·१८ भाग हरिन् और १०·२५ स्फुर परस्परमें तुल्य शक्तिक हैं। रासायनिक यौगिकों के दो सिद्धान्त निश्चित अनुपात और गुणक अनुपातके अभी दिये जा चुके हैं। व्युत्क्रम

अनुपातका सिद्धान्त इस रूपमें प्रकट किया जा सकता है :—

भिन्न तत्वोंकी जो मात्रायें पृथक पृथक किसी अन्यतत्व की एक निश्चित मात्रासे संयुक्त हो सकती हैं, वे उन मात्राओंके समान होंगी या उनकी गुणक होंगी, जिन मात्राओंमें वे तत्व परस्पर में मिल सकते हैं।

इस सिद्धान्तकी पुष्टिमें कुछ उदाहरण दिये जा सकते हैं। १ भाग उद्जन ८ भाग ओषजन और १६ भाग गन्धकसे पृथक् पृथक् संयुक्त हो सकता है। प्रयोगसे पाया गया है कि १६ भाग गंधक १६ भाग ओषजनसे संयुक्त हो सकता है। उद्जनका १ भाग ओषजनके ८ भागसे संयुक्त होता था अतः इस उदाहरणमें उद्जन और ओषजनके यौगिकमें जितना ओषजन उपयुक्त होता था उसका गुणक दो गुना ओषजन गंधकके यौगिकमें लगता है।

डाल्टनका परमाणुवाद

रासायनिक यौगिकोंके उपर्युक्त तीन सिद्धान्तों को दृष्टिमें रखते हुए डाल्टन (सं० १८२३-१९०१ वि०) नामक प्रसिद्ध वैज्ञानिकने अपने परमाणुवादका उद्‌घाटन किया। इनका सिद्धान्त रसायनशास्त्रमें सर्वोपरि विराजमान है।

परमाणुओंका विचार भारतवर्ष और यूनानमें बहुत प्राचीनकालसे प्रसिद्ध था। उसी भावका आधार लेकर डाल्टन ने परमाणुवादको प्रयोगात्मक उपयोगी रूप प्रदान किया। उसका कथन है कि प्रत्येक तत्व और प्रत्येक पदार्थ असंख्यों छोटे छोटे कणोंसे मिलकर बना है। यदि हम नमकके किसी टुकड़ेके विभाग करने आरम्भ करें तो हमें बहुत छोटे छोटे कण प्राप्त होंगे। प्रत्येक कणमें नमकके गुण होंगे। हम लिख चुके हैं कि नमक सैन्धकम् और हरिन् तत्वोंसे मिलकर बना है। अतः विभाजन करते करते एक ऐसी अवस्था आसकती है जब आगे विभाजन करनेपर नमकसे सैन्धकम और हरिन् दोनों अलग अलग हो जावें और उपलब्ध पदार्थोंमें नमकके गुण न मिलें अतः प्रत्येक यौगिकका विभाजन करके ऐसा सूक्ष्म कण मिल सकता है जिसमें फिर थोड़ा सा भी और विभाग करनेपर यौगिक का गुण न रहे। इस सूक्ष्म कणका नाम अणु है। प्रत्येक यौगिक छोटे छोटे ऐसे अणुओंसे मिलकर बना हुआ है जिसमें उस यौगिक के तत्व संयुक्त हैं।

इसी प्रकार इन अणुओंको भी आगे विभाजित करनेपर बहुतही छोटे कण रह जाते हैं। यह माना गया है कि अणु भी कई परमाणुओं से मिलकर बने हैं। और ये परमाणु प्रकृतिकी वह सूक्ष्मतम अवस्था है जिससे रसायनज्ञोंको काम पड़ता है। नमकके एक अणुमें दो परमाणु हैं, एक सैन्धकम् और दूसरे हरिन्का इसी प्रकार जलके अणुमें तीन परमाणु होते हैं—दो उद्जनके और एक ओषजनका। गन्धकाम्लमें ७ परमाणु होते हैं:—दो उद्जनके, एक गन्धकका और और ४ ओषजन के।

यौगिकोंको तत्वोंके संकेतों द्वारा प्रगट करने की कुछ विधि पहले अध्यायमें लिखी जा चुकी है। यौगिकके एक अणुमें प्रत्येक तत्वके जितने परमाणु होते हैं वे तत्वोंके संकेत के समीप नीचे लिखे जाते हैं। नमक या सैन्धिकहरिदमें १ परमाणु सैन्धकम् का और एक हरिनका है। एक परमाणु बतानेके लिये कोई संख्या नहीं दी जाती। अतः जिस तत्वसंकेतके सामने कोई संख्या नहीं है वहाँ समझना चाहिये कि एक अणुमें उस तत्वका एक परमाणु है। कुछ यौगिक संकेतसूत्रों सहित लिखे जाते हैं:—

सैन्धक हरिद—	(सैह)
जल (उदौषिद)—	($उ_2$ओ)
गन्धकाम्ल—	($उ_2$ग$ओ_4$)
ताम्रहरिद—	($ताह_2$)
अमोनिया—	($नोउ_4$ओउ)
खटिककर्बनेत—	(खक$ओ_3$)

इस प्रकार इन संकेत सूत्रोंसे यह भी पता चल सकता है कि यौगिकके एक अणुमें कितने परमाणु हैं। इस प्रकार परमाणु वादके विषयमें डाल्टन का यह सिद्धान्त है:—

(१) प्रत्येक तत्व एक रूपके अविभाजनीय परमाणुओंसे मिलकर बना हुआ है, और प्रत्येक परमाणुकी मात्रा या भार बराबर है। यह परमाणु भार प्रत्येक तत्त्वके लिये भिन्न भिन्न है। तात्पर्य यह है कि सैन्धकम्के प्रत्येक परमाणुका भार आपसमें बराबर है। इसी प्रकार गन्धकके परमाणुओं का भार आपसमें बराबर है। पर गन्धकका परमाणु भार सैन्धकम् के परमाणुभारसे सर्वथा भिन्न है। जो उद्जनका परमाणु भार है वह ओषजनका नहीं और जो ओषजनका है वह हरिन्, खटिकम्, मगनीसम् आदिका नहीं।

(२) भिन्न भिन्न तत्वोंके परमाणुओं के संयोग से रासायनिक यौगिक बनते हैं। परमाणुओं की संख्यामें एक निश्चित अनुपात होता है। उदाहरणतः खटिक कर्बनेत एक यौगिक है जिसके अणु में एक खटिकम् का परमाणु, एक कर्बनेतका और तीन ओषजनके परमाणु होते हैं। अतः खटिक कर्बनेतका स्थिर सकेत सूत्र (खक ओ$_3$) है।

संयोग तुल्यांक निकालने की विधि

जब सैन्धकम् का टुकड़ा पानीमें डाला जाता है तो उद्जन वायव्य निकलने लगता है। इस उद्जन वायव्यको इकट्ठा करके तौला जा सकता है। प्रयोग द्वारा यह पाया गया है कि १ ग्राम उद्जन वायव्यके निकलने के लिये हमें २३ ग्राम सैन्धकम् पानीमें डालना पड़ेगा। इस प्रक्रिया को इस प्रकार लिखा जा सकता है।

२उ$_2$ ओ + सै$_2$ = २ सै ओ उ + उ$_2$

इस समीकरण से यह स्पष्ट है कि सैन्धकम् के २ परमाणु उद्जनके २ परमाणुओं के स्थानापन्न होगये हैं। इससे यह प्रमाणित होता है कि सैन्धकम् का एक परमाणु उद्जनके एक परमाणु के तुल्य है। प्रयोग द्वारा हमें यह पता चला था कि २३ ग्राम सैन्धकम् १ ग्राम उद्जन देनेके लिये आवश्यक था। अतः इन सब बातोंसे मानना पड़ेगा कि सैन्धकम् का २३ भार उद्जन के १ भार के बराबर है। इसी बातको हम इस रूपमें कह सकते हैं कि सैन्धकम् का संयोगतुल्यांक २३ है।

जब दस्तम् या मगनीसम् हलके गन्धकाम्ल में घोले जाते हैं तो भी उद्जन निकलता है। प्रयोग करने पर यह विदित होता है कि १ ग्राम उद्जनके निकालने के लिये ३२.७ ग्राम दस्तम् या १२.१५ ग्राम मगनसीम् लेने की आवश्यकता पड़ेगी। अतः यह कहा जासकता है कि दस्तम् का संयोग तुल्यांक ३२.७ और मगनीसम् का संयोग तुल्यांक १२.१५ है।

संयोग तुल्यांक निकालने की दूसरी विधि इस प्रकार है। उद्जन अन्य कई तत्त्वोंके साथ मिलकर यौगिक बनाता है, अतः इन तत्त्वोंकी जितनी मात्रा एक ग्राम उद्जन से संयुक्त होजाय उतना ही उस तत्त्वका संयोग तुल्यांक समझना चाहिये जैसे पानी बनाने में १ ग्राम उद्जन के साथ ८ ग्राम ओषजन संयुक्त करने की आवश्यकता पड़ेगी। अतः यह कहा जासकता है कि ओषजन का संयोग तुल्यांक ८ है। उदहरिकाम्ल बनाने के लिये १ ग्राम उद्जन और ३५.५ ग्राम हरिन् लेना पड़ता है अतः हरिन् का संयोग तुल्यांक ३५. है।

पर बहुतसे तत्त्व ऐसे हैं जो न तो उद्जनसे साधारणतया संयुक्त ही होते हैं और न वह अम्लों के साथ आसानीसे उद्जन वायव्य ही देते हैं। इनका संयोग तुल्यांक भी निकाला जा सकता है। अभी हमने कहा है कि ओषजनका संयोगतुल्यांक ८ और हरिन्का ३५.५ है, अतः यदि यह ज्ञात हो जाय कि तत्त्वका कितना भार ८ ग्राम ओषजन या ३५.५ ग्राम हरिन्से संयुक्त हो सकता है तो यही भार संयोग-तुल्यांकका सूचक होगा, जैसे १०७.६

ग्राम रजतम् ८ ग्राम ओषजनसे संयुक्त होकर रजत ओषिद बनाता है अतः इसका संयोग तुल्यांक १०७·६ है। खटिक हरिद बनाने के लिये ३५·५ भाग हरिन् २० भाग खटिक और लेनेकी आवश्यकता होगी। अतः खटिक का संयोग तुल्यांक २० है।

यौगिक के घोलमें विद्युत्धारा के प्रवाह करने से एक विद्युत्पर धातु जमा होने लगती है। यदि ऐसे दो विद्युत् पात्रोंमें विद्युत् की समान मात्रा प्रवाहित की जाय जिनमें भिन्न भिन्न धातु पत्रोंपर जमा होते हैं तो उनको संचित मात्रामें वही अनुपात होगा जो उनके संयोग तुल्यांकोंमें है। उदाहरणतः यदि ताम्रगन्धेतके घोलमें उतनी ही विद्युत् प्रवाहित की जाय जितनी रजत नित्रेतके घोलमें तो संचित ताम्रम् और रजतम् में ३१·८:१०७·६ का अनुपात पाया जायगा। रजतम् का संयोग तुल्यांक १०७·९ है अतः ताम्रम् का संयोग तुल्यांक ३१·८ होगा।

परमाणु भार निकालने की विधि

केवल संयोग तुल्यांक निकाल लेनेसे तत्त्वोंके परमाणु भार नहीं निकाले जा सकते हैं। अतः इसके लिये अन्य विधियां काममें लायी जाती हैं। इन विधियों का वर्णन करनेसे पूर्व यह जानना आवश्यक है कि अणुभार कैसे निकालते हैं और वाष्पघनत्वसे इसका क्या सम्बन्ध है।

दूसरे अध्यायमें हमने ऐवोगैड्रोके वायव्य सम्बन्धी सिद्धान्त का वर्णन किया है। उसका सिद्धान्त है कि समान तापक्रम और दबावपर प्रत्येक वायव्यके बराबर आयतनमें अणुओंकी संख्या भी बराबर होती है। इस सिद्धान्तसे यह परिणाम निकालाजा सकता है कि वायव्योंके अणुभार और उनके घनत्व समानुपाती हैं। कल्पना करो कि किसी १ घन श० मी० आयतनमें 'क' वायव्य के ८ अणु हैं जिनका भार ३२ है। अतः इस वायव्य का घनत्व भी ३२ और प्रत्येक अणुका भार ४ हुआ। १ घन० श० मी० आयतन में ख वायव्यके भी ऐवोगैड्रो के सिद्धान्तके अनुसार ८ ही अणु होंगे। कल्पना करो कि इन ८ अणुओं का भार ६४ है अर्थात् प्रत्येक अणु का भार ८ है। इसका घनत्व भी ६४ हुआ क्योंकि घनत्व = $\frac{\text{भार}}{\text{आयतन}}$ अतः इन अंकों से स्पष्ट है कि ख वायव्य का घनत्व क वायव्य की अपेक्षा दुगना है, और ख का अणुभार भी क की अपेक्षा दुगना है। इससे स्पष्ट है कि वायव्योंके अणुभार और घनत्व समानुपाती हैं।

प्रयोग द्वारा ज्ञात हुआ है कि जब उदजन और हरिन् बराबर आयतन में लेकर संयुक्त किये जाते हैं। तो उदहरिकाम्ल बनने पर आयतन में कोई भेद नहीं पड़ता है। थोड़ी देरके लिये यह कल्पना करलो कि उदजन और हरिन् प्रत्येकके एक अणुमें एकही परमाणु है। यदि ऐसा माना जाय तो उदहरिकाम्ल (उह) बनने पर अणुओंकी संख्या पहलेकी अपेक्षा अब आधी ही रह जावेगी क्योंकि हर एक अणुमें कमसे दो परमाणु (एक उदजन और दूसरे हरिन्का) होंगे। ऐसी अवस्था में ऐवोगैड्रो के नियमके अनुसार उदहरिकाम्ल का आयतन मूल तत्त्वोंके संयुक्त आयतन का आधा ही रह जायगा। पर प्रयोग इसके विपरीत बताता है कि आयतनमें कोई भेद नहीं पड़ता है। अतः हमारी यह कल्पना अशुद्ध ठहरती है कि उदजन और हरिन् के एक अणुमें एक परमाणु है। यदि यह मान लिया जाय कि उदजन और हरिन् के प्रत्येक अणुमें दो परमाणु हैं तो सब बात ठीक हो जावेगी। निम्न समीकरण से यह स्पष्ट है :—

उ	+ ह	= उह	
१ आयतन	१ आयतन	१ आयतन	प्रयोगसे विरुद्ध
१ अणु	१ अणु	१ अणु	
$उ_2$	+ $ह_2$	= २उह	
१ आयतन	१ आयतन	२ आयतन	प्रयोगके अनुकूल
१ अणु	१ अणु	२ अणु	

पहले समीकरण से स्पष्ट है कि यदि उद्जन और हरिन् के एक अणुमें एक परमाणु माना जावेगा तो दोनों के दो आयतन से एक आयतन ही उद्हरिकाम्ल मिलेगा पर यदि प्रत्येक अणुमें दो परमाणु मान लिये जायँ तो दो आयतन से २ आयतन ही उद्हरिकाम्ल मिलता है जो प्रयोग के सर्वथा अनुकूल है।

यह कहा जा चुका है कि हरिन् का संयोग तुल्यांक ३५.५ है उद्हरिकाम्लके प्रत्येक अणुमें एक उद्जनका परमाणु एक हरिद्के परमाणुसे संयुक्त है। यदि उद्जनका परमाणु भार १ मान लिया जाय तो उद्जनका अणुभार २ होगा क्योंकि प्रत्येक अणुमें दो परमाणु हैं। दो भाग उद्जनसे संयुक्त होनेके लिये ३५.५×२=७१ भाग हरिन् लेना होगा अर्थात् हरिन् का अणुभार ७१ होगा। हरिन्के एक अणुमें दो परमाणु हैं अतः इसका परमाणु भार ३५.५ हुआ। अर्थात् हरिन्का परमाणु भार और संयोग तुल्यांक एक ही है।

यदि उद्जनका घनत्व १ माना जाय तो इसका अणुभार घनत्वका दुगुना होता है। अतः यदि वायव्यों के घनत्व उद्जनके घनत्व की अपेक्षासे निकाले जायँ और उन्हें दो से गुणा कर दिया जाय तो उनके अणुभार निकल आवेंगे क्योंकि एवोगैड्रोके सिद्धान्तानुसार वायव्योंके घनत्व और अणुभार समानुपाती हैं। उद्जनकी अपेक्षासे वायव्योंका जो घनत्व निकाला जाता है उसे वाष्प-घनत्व कहते हैं। इस प्रकार सिद्धान्त यह निकला कि अणुभार वाष्प-घनत्व का दुगुना होता है।

अब परमाणुभार निकालनेकी तीन विधियाँ नीचे दी जाती हैं:—

१. वाष्प घनत्वसे—वाष्प घनत्व निकालकर दोसे गुणा करके किसी वायव्य यौगिकका अणुभार निकाला जासकता है। मानलो कि नोषजनका हमें परमाणुभार निकालना है। इस कामके लिये नोषजनके कुछ यौगिक लो और वाष्प घनत्व निकाल कर उनका अणुभार निकालो। फिर यह निकालो कि उनमें नोषजनकी कितनी मात्रा है। कल्पना करो कि नोषजनका यौगिक अमोनिया वायव्य लिया। प्रयोगसे इसका वाष्पघनत्व ८.५ निकला। अतः अणुभार ८.५×२=१७ हुआ। प्रयोगसे यह भी पता चला कि इसमें ८२ प्रतिशतक नोषजन है।

अतः १७ भाग अमोनियामें $\frac{८२ \times १६}{१००}$ = १४ भाग नोषजन है। इसी प्रकार नोषजनके अन्य यौगिकों को लो। निम्न अंकोंसे यह स्पष्ट है—

यौगिक—	नोषजन	अमोनिया
अणुभार—	२८	१७
नोषजनका अणुअनुपात--	२८	१४

अमोनिया	नोषसओषिद	परओषिद	शैलनोषिद
१०	४४	४६	९८.६
१४	२८	१४	४२

इन अङ्कोंसे यह स्पष्ट है कि नोषजनका अणुपात १४ से कभी कम नहीं पाया गया है। और जितने अणुअनुपात हैं वह इस १४ के ही गुणक हैं। अतः यह कहा जा सकता है कि नोषजनका परमाणुभार १४ है। कमसे कम इतना तो निश्चित है कि १४ से अधिक नहीं होसकता है और जब तक किसी यौगिक में १४ से कम अणुअनुपात न मिले तब तक नोषजन का परमाणुभार १४ मानने में कोई हानि नहीं है।

२. आपेक्षिक तापसे—वाष्पघनत्व उन्हीं यौगिकों का निकाला जासकता है जो वायव्य रूपमें परिणत किये जासकते हैं। ठोस तत्त्वोंके परमाणुभार निकालनेकी विधि अति उपयोगी प्रमाणित हुई है। इस विधि में यह आवश्यक है कि ठोस तत्त्व का आपेक्षिकताप ज्ञात कर लिया जाय। डूलङ्ग और पेटीट नामक वैज्ञानिकोंने यह उपयोगी सिद्धान्त निकाला है कि 'ठोस तत्त्वके आपेक्षिकतापको यदि उसके परमाणुभारसे गुणाकर दिया जाय तो गुणनफल सदा ६.४ के लगभग आवेगा। इस गुणन फलको

परमाणु ताप कहते हैं। निम्न सारिणीसे यह बात स्पष्ट है।

तत्व	प परमाणुभार	त आपेक्षिक ताप	प × त परमाणुताप
स्फटम्	२७.१	०.०२१६	५.६
दस्तम्	६५.४	०.०९४	६.१
संक्षीणम्	७५.०	०.०८३	६.२
वङ्गम्	११८.७	०.०५५	६.५
आंजनम्	१२०.२	०.०५०	६.०
पारदम्	२००.६	०.०३२	६.४
सीस	२०७.२	०.०३१	६.४
विशद	२०८.०	०.०३०	६.२

इस प्रकार यदि आपेक्षिक ताप निकाल लिया जाय और ६.४ को इससे भाग दे दिया जाय तो परमाणु भारका पता चल जायगा। पर यह ध्यान रखना चाहिये कि इस प्रकार करनेमें ठीक ठीक परमाणु भार नहीं निकाला जा सकता है। केवल कुछ अनुमान ही लग सकेगा क्योंकि ऊपर दिये हुए अंकोंसे स्पष्ट है कि परमाणु ताप ठीक ६.४ ही नहीं होता है। अतः ठीक ठीक परमाणुभार जानने के लिये संयोग तुल्यांकका निकालना आवश्यक है। संयोग तुल्यांकका कौनसा गुणक लेना चाहिये यह बात आपेक्षिक ताप निकालकर पता लग ही सकती है। इसके कुछ उदाहरण दिये जाते हैं।

उदाहरण—१ मगनीसम्का आपेक्षिक ताप ०.२५ है तो परमाणु भार कितना होगा?

$$\text{परमाणु भार} = \frac{६.४}{०.२५} = २५.६$$

मगनीसम्का संयोग तुल्यांक १२.१६ है। संयोग तुल्यांकको २ से गुणा करनेसे गुणन फल २५.६ के अधिक निकट आ जाता है अतः इसका परमाणु भार २४.३२ है।

२—पररौप्यम का आपेक्षिक ताप ०.०३२ है अतः इसका परमाणु भार $\frac{६.४}{०.०३२}$=२०० हुआ।

प्रयोग द्वारा पता चलता है कि ४८.८ भाग पर रौप्यम् ३५.५ भाग हरिन्में संयुक्त होता है। अर्थात् इसका संयोग तुल्यांक ४८.८ है। इसको ४ से गुणा करने पर गुणन फल २०० के अधिक निकट आ जाता है। अतः पररौप्यम्का परमाणु भार ४८.८ × ४=१९५.२ है।

बहुतसे तत्व ऐसे हैं जिनका परमाणुताप सामान्य तापक्रम पर ६.४ से बहुत ही कम हैं। पर यदि तापक्रम बढ़ा दिया जाय तो परमाणु ताप उपर्युक्त अंकके बहुत निकट पहुँच जाता है। यह तत्व डूलंग और पेटीटके नियमके अपवाद कहे जा सकते हैं। निम्न अंकोंके यह बात स्पष्ट है—

तत्व	परमाणुभार	तापक्रम	आपे० ताप	परमाणु ताप	तापक्रम	आपे० ताप	पर० ताप
टंकम्	११	५०°	०.३०७	३.४	रक्त तप्त	०.५०	५.५
हीरा	१२	५०°	०.१४६	१.८	९८५°	०.४५९	५.५
लेखनिक	१२	५०°	०.१६०	२.१	९८५°	०.४६७	५.६
शैल	२८.३	५५°	०.१७३	४.६	२३२°	०.२०३	५.७

—समाकृतित्व के सिद्धान्त से—रवों की परीक्षा करने पर एक उपयोगी सिद्धान्त निकला है। पांशुज स्फट फिटकरी के रवे और पांशुज-राग फिटकरी के रवे एक ही आकृतिके होते हैं। इन्हे समाकृत कहसकते हैं। मानलो कि हमें रागम् का संयोगतुल्यांक तो मालूम है पर इसका परमाणुभार नहीं मालूम, स्फटम् के संयोगतुल्यांक और परमाणुभार दोनों ज्ञात हैं। पांशुज-स्फट फिटकरी और पांशुज-राग-फिटकरी दोनों के संगठनमें कोई भेद नहीं है, केवल स्फटम्के स्थान में राग तत्व आ गया है। दोनों के रवे समाकृत हैं। स्फटके संयोग तुल्यांकको ३ से गुणा करनेसे इसका परमाणुभार निकल आता है। अतः रागके संयोगतुल्यांक को भी यदि इसे गुणाकरदें तो इसका परमाणुभार निकल आवेगा। इस समाकृतित्व के सिद्धान्तका सबसे पहले मिटशरलिचने उद्घाटन किया था। नीचे एक सारिणी दी जाती है जिसमें तत्वोंके नाम संकेत और परमाणुभार दिये गये हैं। अधिक उपयोगी तत्व मोटे टाइप में हैं।

तत्व	संकेत	परमाणु भार
अन्यजन	अ	१३०.२
आणित	रु	७६.६२
आञ्जनम्	आ	१२०.२
आलसीम्	ल	३६.८८
इन्द्रम्	इ	११३.१
उद्जन	उ	१.००८
एरबम्	ए	१६७.७
ओषजन	ओ	१६.००
ओदम्	ड्	१०२.६
कर्बन	क	१२.००५
कोबल्टम	को	५८.६७
कौलम्बम	कौ	९३.१
खटिकम्	ख	४०.०७
गन्दलम्	गं	१५७.३
गन्धक	ग	३२.०६
गालम्	गा	७०.१
गुरम्	गु	८२.९२
जर्मनम्	ज	७२.५
ज़िरकुनम्	ज़ि	९०.६
टंकम्	टं	१०.६
टरबम्	ट	१५६.२
टिटेनम्	टि	४८.१
तन्तालम्	त	१८१.५
ताम्रम्	ता	६३.५७
थलम्	थ	१२७.५
थूलम्	थू	१६०.५
थैलम्	थ	२०४.०
थोरम्	थो	२३२.१५
दस्तम्	द	६४.३७
दारुणम्	दा	१६२.५
नकलम	न	५८.६८
नीलम्	नी	११४.८
नूतनम्	नू	२०.२
नैलिन	नै	१२६.९२
नोषजन	नो	१५.००८
नौनीलम्	नौ	१४४.३
परौप्यम	प	१९५.२
पलाशनीलम्	ल	१४०.६
पारदम्	पा	२००.६
पांशुजम्	पां	३६.१०
पिनाकम्	पि	२३८.२
पैलादम्	पै	१०६.७
पोलोनम् पो		
प्लविन्	प्ल	१६.०
बलदम्	ब	५१.०
बेरीलम्	बे	९.१
भारम	भ	१३७.३७
मगनीसम्	म	२४.३२
मांगनीज़	मां	५४.९२
मैसूरम्	मै	?
यित्रम	य	८९३३
यीत्रम	यी	१७३.५

तत्त्व	संकेत	परमाणुभार			
रागम	रा	५२·०	रश्मियम्	मि	२२६·०
कथनम्	क	१०१·७	संक्षीणम	त	७४९६
रैनम्	रै	?	संवस्तम	सं	११२·४०
लालम्	ला	८५·४५	सामरम्	सा	१५०·४
लीनम्	ली	१३९·०	सीसम	सी	२०७·२०
लुटेशम्	लु	१५७·०	सुनागम	सु	९६·०
लोहम्	लो	५५·८४	सूजकम	सू	१४०·२५
वङ्गम्	व	११८·७	सैन्धकम	सै	२३·००
वासम्	वा	१९०·९	स्कन्दम	स्क	४५·१
विशदम्	वि	२०८·०	स्त्रंशम	[illegible]	८७६३
वुल्कामम्	व	१८४·०	स्फटम	स्फ	२७·१
योमम	वों	१३२·८१	स्फुर	स्फु	३१·०४
शशिम्	श	७९·२	स्वर्णम	स्व	१९७·२
शैलम	शै	२८·३	हरिन	ह	३५·४६
शोणम	शो	६·९४	हिमजन	हि	४·००
यूरोपम	यू	१५२·०	हफनम	है	१७८ ?
रजतम्	र	१०७·८८	हौलमम	हो	१६३·५



चौथा अध्याय

विद्युत् पृथक्करण और आवर्त्त संविभाग

विद्युत पृथक्करणका सिद्धान्त

जब नमक अर्थात् सैन्धक हरिद पानी में घोला जाता है तो घोलमें इसके दो विभाग हो जाते हैं। एक विभाग पर धन-विद्युतकी मात्रा संग्रहीत रहती है और दूसरे विभाग पर ऋण विद्युतकी मात्रा। ऐसी अवस्थामें यह घोल विद्युत का चालक होता है। यदि शुद्ध स्रवित जलमें दो विद्युत् ध्रुव डालकर बाटरीसे संयोग कर दें तो कोई विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होगी क्योंकि शुद्ध जल विद्युतका चालक नहीं है। इस शुद्ध जलमें नमक का थोड़ा सा चूर्ण घुला देनेसे विद्युत् धारा प्रवाहित होने लगेगी। इसी प्रकार यदि इसमें तूतिया डाला जाय तब भी घोल विद्युतका चालक हो जायगा।

पर तूतिया या नमक डालनेके बजाय शुद्ध जलमें चीनी (शर्करा) डाली जाय तो घोलमें होकर विद्युत धारा प्रवाहित न होगी। इसी प्रकार यदि पानीमें मद्य डाला जाय तो भी घोल विद्युतका चालक नहीं होता है। अतः हम सम्पूर्ण पदार्थोंके दो विभाग कर सकते हैं। एक तो वे जो पानीमें घुलनेसे ऐसा घोल बनाते हैं जो विद्युत चालक होते हैं। ऐसे पदार्थोंको विद्युत वाही (Electrolyte कहते हैं। पर जिन पदार्थोंके घोल विद्युत्के चालक नहीं होते वे विद्युत-अवरोधी (non-electrolyte) कहलाते हैं।

यहाँ एक बात और समझ लेनी चाहिये। नमक या तूतिया जब पानीमें घोले जाते हैं तब तो घोल विद्युत्के चालक होते हैं। पर यदि पानी न डाला जाय, और शुद्ध सूखे नमक या तूतियामें विद्युत् धारा प्रवाहित करना चाहें तो ऐसा नहो सकेगा। अतः जब तक पानीमें घोल न बनेगा तब तक विद्युत्का चालन न होगा। खड़िया मिट्टी अर्थात् खटिक कर्बनेत पानीमें घुलनशील नहीं है अतः पानी और खटिक कर्बनेतको मिलाकरभी क्यों न रक्खें, विद्युत् धारा प्रवाहित न होगी।

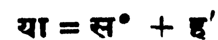
जब नमकके घोलमें विद्युत्ध्रुव रखकर विद्युत् धारा प्रवाहितका जाती है तो एक ध्रुव पर हरिन्के बुलबुले और दूसरे ध्रुव पर उद्जनके बुलबुले दिखाई पड़ेंगे। जिस ध्रुवके पास उद्जनके बुलबुले निकल रहे हैं वहाँ लाल द्योतक पत्र रखनेसे यह नीला हो जायगा। इस बातसे यह प्रमाणित होता है कि यहाँ कोई क्षार उत्पन्न हुआ है। यह कहनेकी आवश्यकता नहीं है कि विद्युत् धारा प्रवाहित करनेसे पहले घोलमें नीला या लाल कैसा ही द्योतक पत्र क्यों न रखते, इसके रंगमें कोई परिवर्तन न होता। अब प्रश्न यह है कि एक ध्रुवके पास क्षार कहाँसे आगया?

इन प्रश्नोंके उत्तर देनेके लिए ही विद्युत्-पृथक्करण-सिद्धान्त निकाला गया है। सं० १९४४ वि० में आरहीनस नामक प्रसिद्ध रसायनज्ञ ने इसकी खोजकी थी उसने उपर्युक्त बातोंका उत्तर इस प्रकार दियाः—

नमक जब पानीमें घोला जाता है तो उसके दो विभाग हो जाते हैं जिन्हें ध्रुव-गामी (ion) कहते हैं। एक पर ऋण-विद्युत् मात्रा होती है और दूसरे पर धन विद्युत्-मात्रा। अतः हम एक को ऋण-ध्रुव-गामी या ऋणगामी और दूसरेको धन-ध्रुव-गामी या धनगामी कह सकते हैं। इसको इस प्रकार लिख सकते हैं।



सैन्धकहरिद घोलमें = सै$^{+}$ + ह$^{-}$



या = स$^{\circ}$ + ह$'$

(+) और (−) ये चिह्न धन विद्युत् मात्रा और ऋण विद्युत् मात्राके सूचक हैं। बहुधा धनके लिये (॰) और ऋणके लिये (') चिह्न भी उपयोग में लाये जाते हैं।

अतः जब घोलमें विद्युत् धारा प्रवाहितकी जाती है तो धन ध्रुव-गामी एक ध्रुवकी ओर चलने लगते हैं और ऋण ध्रुव गामी दूसरे ध्रुवकी ओर इस बातको इस प्रकार दिखाया जा सकता है:—

धनध्रुव   ऋणध्रुव
| +—+—+—+—+—+— |
| +—+—+—+—+—+— |
| +—+—+—+—+—+— |

(विद्युत् धारा प्रवाहित करनेसे पहले)

धनध्रुव   ऋणध्रुव
– – – – – – –	+ + + + + + +
– – – – – – –	+ + + + + + +
– – – – – – –	+ + + + + + +

(विद्युत् धारा प्रवाहित करने के बाद)

इस प्रकार ऋण-गामी धन-ध्रुवकी ओर और धन गामी ऋण ध्रुवकी ओर विद्युत धाराके प्रभाव से आगये। अर्थात् नमकका (से$^{+}$) गामी ऋण ध्रुव पर चला गया और ह$^{-}$ धन ध्रुवकी ओर आगया। ध्रुवोंके पास आकर इन गामियोंने अपनी विद्युत् मात्राको छोड़ दिया। इस प्रकार से$^{+}$ गामी ध्रुव पर आकर सैन्धकम् अणु बन गया और ह$^{-}$ गामी ध्रुव पर हरिन्का अणु बन गया। इसी लिये धन ध्रुवके समीप हरिन् गैसके बुलबुले दिखाई देते हैं।

सैन्धकम्के अणु जलके संसर्गसे सैन्धक उदौषिद क्षार और उदजन गैस बनाते हैं जैसा कि निम्न समीकरणसे स्पष्ट है:—

२सै + ४उ$_2$ओ=२ सै ओ ह + २ उ$_2$

इसीलिये एक ध्रुवपर (ऋण ध्रुव पर) उदजनके बुलबुले दिखाई देते हैं। ध्रुवके पासके पानीमें सैन्धक उदौषिद घुल जाता है, यह क्षार है अतः घोलमें लाल द्योतक पत्र डालनेसे पत्रका रंग नीला हो जावेगा।

तूतियाको पानीमें घोलकर जब विद्युत् धारा प्रवाहित करते हैं तो एक सिरे पर ताम्र जमा होने लगता है और दूसरे सिरे पर ओषजनके बुलबुले निकलते दिखाई पड़ते हैं। जहाँ ओषजनके बुलबुले हैं वहांके पानीका जल अम्लीय होगा और नील द्योतक-पत्रको लाल कर देगा। ये बातें इस प्रकार सूचितकी जा सकती हैं:—

तूतिया = ताम्र गन्धेत, ता ग ओ$_4$

घोलमें = ता$^{\circ\circ}$ + ग ओ$_4''$

ध्रुव पर = ता + विद्युत शक्ति + ग ओ$_4$ + विद्युत् शक्ति

ग ओ$_4$ + पानीके संसर्गसे—

ग ओ$_4$ + उ$_2$ओ=उ$_2$ग ओ$_4$ + ओ

इस प्रकार धन ध्रुव पर गन्धकाम्ल और ओषजनके चिह्न दिखाई देंगे।

इसी प्रकारके प्रयोग अन्य पदार्थोंसे भी किये गये हैं। इनसे सिद्ध है कि विद्युत् वाही पदार्थ पानीमें घुलने पर ऋण गामी और ध्रुव गामीमें विभाजित हो जाते हैं। इसे ही विद्युत् पृथक्करण कहते हैं। शुद्ध शर्करा, मद्य आदि पदार्थ इसलिये विद्युत् अवरोधी हैं क्योंकि घोल बनने पर इनमें विद्युत् पृथक्करण नहीं होता है।

गन्धकाम्ल, उदहरिकाम्ल, नोषकाम्ल आदि भी जलमें दो-दो गामियोंमें पृथक् हो जाते हैं। नीचेकी सारिणीमें कुछ अम्लों, कुछ क्षारों और कुछ लवणोंके वे रूप दिये जाते हैं जब वे घोलमें होते हैं:—

अम्ल

१. उदहरिकाम्ल (उ ह)=उ$'$ + ह$'$

२. नोषकाम्ल (उ नो ओ$_3$)=उ$^{\circ}$ + नो ओ$_3'$

३. गन्धकाम्ल (उ$_2$ ग ओ$_4$)=उ$^{\circ}$ + उ ग ओ$_4'$
=उ$_2^{\circ}$ + ग ओ$_4''$

४. नत्रसाम्ल (उ नो ओ$_2$)=उ + नो ओ$_2'$

५. कर्बनिकाम्ल (उ$_2$ क ओ$_3$)=उ + उ क ओ$_3'$
=उ$_2^{\circ}$ + क ओ$_3''$

क्षार

१. कास्टिक पोटाश
या पांशुज उदौषिद (पां ओ उ)=पां$^{\circ}$ + ओ उ$'$

२. कास्टिक सोडा
या सैन्धक उदौषिद (सै ओ उ)=सै$^{\circ}$ + ओ उ$'$

३. अमोनिया (नो उ$_4$ ओ उ)=नो उ$_4^{\circ}$ + ओ उ'

४. खटिक उद्रौषिद्, ख (ओउ)$_2$ = ख$^{\circ\circ}$ + २ ओउ'

लवण

१. रजत नोषेत (र नो ओ$_3$)=र$^{\circ}$ + नो ओ$_3$'

२. खटिक हरिद् (ख ह$_2$)=ख$^{\circ\circ}$ + २ ह'

३. पांशुज कर्बनेत (पां$_2$ क ओ$_3$)=२पां$^{\circ}$ + कओ$_3$''

४. सैन्धक स्फुरेत (सै$_3$ स्फु ओ$_4$)=३सै$^{\circ}$ + स्फुओ$_4$'''

५. सैन्धक अर्धकर्बनेत (सै उ क ओ$_3$)=सै$^{\circ}$ + उ क ओ$_3$'

इन उदाहरणोंसे तीन बातें प्रकट होती हैं।

१. प्रत्येक अम्लमें धन गामी उद्जन होता है। अतः अम्लकी सबसे उत्तम पहिचान यह है कि इसमें (उ$^{\circ}$) हो। अम्लकी पहिचान यह है कि नील द्योतक पत्र अम्लके संसर्गसे लाल हो जाता है। अम्लकी दूसरी पहिचान यह है कि यह द्विव्योलथलीन Phenolphthalein को लाल कर देता है।

२. प्रत्येक क्षारमें ऋण गामी (ओ उ') होता है। क्षार लाल द्योतक पत्रको नीला कर देते हैं। द्विव्योलथलीनके साथ ये कोई रंग नहीं देते हैं।

३. लवण अम्ल और क्षारोंके संयोगसे बनते हैं। अतः इसके दो भाग होते हैं एक क्षार गामी और दूसरे अम्ल गामी। अम्ल और क्षारके संसर्ग से लवण किस प्रकार बनते हैं यह नीचेके सूत्रोंके स्पष्ट है:—

१. सैन्धक उद्रौषिद्+उदहरिकाम्ल = सैन्धक हरिद्+पानी

सै ओ उ + उ ह = सै ह + उ$_2$ ओ

२. अमोनिया + गन्धकाम्ल = अमोनियम गन्धेत+पानी

२ न उ$_4$ ओ उ + उ$_2$ गओ$_4$ =(न उ$_4$)$_2$ गओ$_4$ + २ उ$_2$ ओ

३. खटिकउद्रौषिद्+कर्बनिकाम्ल = खटिक कर्बनेत+पानी

ख (उ ओ)$_2$ + उ$_2$ क ओ$_3$ = ख क ओ$_3$ + २ उ$_2$ ओ

जब एक लवणके घोलमें दूसरा घोल डाला जाता है तो क्या होता है यह भी विचारना चाहिये। रजतनोषेतके घोलमें सैन्धक हरिद्का घोल डालो तो श्वेत अवक्षेप प्राप्त होगा। वह क्यों? यह बात नीचेके समीकरणोंसे स्पष्ट है:—

रजत नोषेत का घोल = र$^{\circ}$ + नो ओ$_3$'

सैन्धक हरिद्का घोल = सै$^{\circ}$ + ह'

अतः (रजत नोषेत + सैन्धक हरिद्) के घोल= र$^{\circ}$ + नो ओ$_3$' + सै$^{\circ}$ + ह' = (र ह) + सै नो ओ$_3$

रजत-हरिद् पानीमें अन-घुल है अतः र$^{\circ}$ गामी ह' गामीसे संयुक्त होकर रजतहरिद् बनावेगा। अनघुल होनेसे इसका श्वेत अवक्षेप दिखाई पड़ेगा, और इसका विद्युत् पृथक्करण न होगा। इस उदाहरणमें हमने देखा कि रजतनोषेत का धन गामी सैन्धकहरिद्के ऋण गामीसे संयुक्त होगया। ऐसी आपसकी अदलबदलको पारस्परिक विनिमय(Double decomposition) कहते हैं।

पांशुज नैलिद् और पारद नोषेतमें पारस्परिक विनिमय होकर पांशुजनोषेत और अनघुल पारद नैलिद् बनता है जिससे नारंगी रंगका अवक्षेप प्राप्त होता है—

२ पां नै + पा (नो ओ$_3$)$_2$ = २ पां (नो ओ$_3$) + पा नै$_2$

इस प्रकारका पारस्परिक विनियम रसायन शास्त्रमें बड़े महत्वका है।

संयोग शक्ति

परमाणुभारका वर्णन गत अध्यायमें किया जा चुका है। प्रत्येक तत्त्वका परमाणु भार अनेक विधियोंसे निकाला गया है। उद्जनका परमाणु भार १ है और हरिन्का ३५.४। प्रयोग द्वारा पता चलता है कि उदहरिकाम्ल उह बनानेके लिये १ ग्राम उद्जन और ३५.४ ग्राम हरिन्की आवश्यक-

मैण्डलीफ़ का आवर्त्त संविभाग

खंड		समूह ०	समूह १	समूह २	समूह ३	समूह ४	समूह ५	समूह ६	समूह ७	समूह ८
उच्चतम ओषिद उच्चतम उदिद			$र_2 ओ$ र उ	र ओ $र उ_2$	$र_2 ओ_3$ $र उ_3$	$र ओ_2$ $र उ_4$	$र_2 ओ_5$ $र उ_3$	$र ओ_3$ $र उ_2$	$र_2 ओ_7$ र उ	$र ओ_4$ —
प्रथम लघु खंड		हि २ ४.०	उ १ १.००८ ली ३ ६.९४	बे ४ ९.१	टं ५ १०.९	क ६ १२.००	नो ७ १४.०१	ओ ८ १६.००	प्ल ९ १९.०	
द्वितीय लघु खंड		नू १० २०.२	सै ११ २३.००	म १२ २४.३२	स्फ १३ २७.१	शै १४ २८.३	स्फु १५ ३१.०४	ग १६ ३२.००	ह १७ ३५.४६	
प्रथमदीर्घ खंड	सम श्रेणी	आ १८ ३९.९	पां १९ ३९.१	ख २० ४०.०७	स्क २१ ४५.१	टि २२ ४८.१	व २३ ५१.०	रा २४ ५२	मा २५ ५४.९३	लो २६ का २७ न २८ ५५.८४ ५८.९७ ५८.६८
	विषम श्रेणी		ता २९ ६३.५७	द ३० ६५.३७	गा ३१ ७०.१	ज ३२ ७२.५	न ३३ ७४.९६	श ३४ ७९.२	ब ३५ ७९.९२	
द्वितीय दीर्घ खंड	सम श्रेणी	गु ३६ ८२.९२	ला ३७ ८५.४५	स्त ३८ ८७.६३	य ३९ ८८.९	जि ४० ९०.६	कौ ४१ ९३.१	मु ४२ ९६.०	मै ४३ ?	रु ४४ रू ४५ पै ४६ १०१.७ १०२.९ १०६.७
	विषम श्रेणी		र ४७ १०७.८८	सं ४८ ११२.४	नी ४९ ११४.८	व ५० ११८.७	आ ५१ १२०.२	थ ५२ १२७	नै ५३ १२६.९२	
तृतीयदीर्घ खंड	सम श्रेणी	अ ५४	वो ५५ १३२.८१	भ ५६ १३७.३७	ली ५७ १३९.०	स्यू ५८ १४०.२५				
	विषम श्रेणी			दुष्प्राप्य तत्वल ५९ से लु ७१ तक						
चतुर्थ दीर्घ खंड	सम श्रेणी					हे ७२ ?	त ७३ १८१.५	व ७४ १८४.०	रे ७५ ?	धा ७६ इ ७७ प ७८ १९०. १९३.१ १९५.२
	विषम श्रेणी		स्व ७९ १९७.२	पा ८० २००.६	थै ८१ २०४.०	सी ८२ २०७.२	वि ८३ २०८.०	—	—	
पञ्चमदीर्घ खंड		८६ ?	८७ ?	रे ८८ २२६	८९ ?	थो ९० २३२.१५	पिक ९१ ?	यि ९२ २३८.४		

कारण न्यूलैण्डके संविभागकी लोगोंने हंसी उड़ाई और इसे कुछ महत्व न दिया गया।

इसके पश्चात् रूस देशके रसायनज्ञ मैण्डलीफ़ ने सं० १९२६ वि०में आवर्त्त संविभागकी आयोजना की। इसके विभाग कामी वही सिद्धान्त है जो न्यूलैण्डके विभागका था। इसमें भी तत्त्वोंको परमाणुभारकी उत्तरोत्तर वृद्धिके अनुसार क्रम बद्ध किया गया है। पर साथ साथ इनके गुणों पर विशेष ध्यान दिया गया है। यह संविभाग पीछे वाली सारिणीमें दिया जाता है। इसमें तत्त्वोंके संकेत, परमाणु संख्या और परमाणुभार दिये गये हैं:—

इस संविभागके विषयमें इतनी बातें जानने योग्य हैं:—

१. इसमें ८ समूह हैं और दो लघु खंड और पांचदीर्घखंड हैं। दीर्घखंड दो श्रेणियोंमें विभक्त हैं जिन्हें सम और विषम श्रेणी कहते हैं। इस विभागमें जो स्थान रिक्त हैं, उनमें वे तत्त्व रक्खे जायंगे जिनका अभी तक अन्वेषण नहीं हुआ है। प्रत्येक तत्त्वके दाहिनी ओर १, २, ३,......९२, संख्या लिखी हुई है। इन्हें परमाणु संख्या कहते हैं। जब हम कहते हैं कि स्फुरकी परमाणु संख्या १५ है तो हमारा तात्पर्य यह होता है कि यदि उद्जनसे हम गिनना आरम्भ करें तो संविभागमें १५वां तत्त्व स्फुर मिलेगा। परमाणु संख्या एक प्रकार की क्रम संख्या है। ८४, ८५, ८६, ८७, ८९ परमाणु संख्यावाले तत्त्व अभी खोजे नहीं गये हैं।

२. विषम श्रेणीके तत्त्व समूहमें दाहिनी ओर हटाकर रक्खे गये हैं और समश्रेणीके बायीं ओर हटाकर। एक ही समूहके समश्रेणीके तत्त्वोंके गुण आपसमें मिलते जुलते हैं और विषम श्रेणीके तत्त्वोंके गुणोंमें भी परस्परमें समानता है। पर समश्रेणीके तत्त्व विषम श्रेणीके तत्त्वोंसे भिन्न गुण वाले हैं। पहले समूहसे तीसरे समूह तक लघुखंडों के तत्त्व उसी समूहके समश्रेणीके तत्त्वोंसे अधिक मिलते हैं जैसे शोणम्, सैन्धकम्, पांशुजम्, लालम् और श्यामम्के गुण एकसे हैं। इसी प्रकार द्वितीय समूहमें बेरीलम्, मगनीसम्, खटिकम्, स्त्रंशम् और भारम्के गुण एकसे हैं। ५, ६, और ७वें समूहमें लघुखंडोंके तत्त्व विषम श्रेणीके तत्त्वोंके समान गुणी हैं जैसे प्लविन्, हरिन्, अरुणिमन और नैलिन् ७वें समूहमें; ओषजन, गन्धक, शशिम्, थलम् ६ठे समूहमें इत्यादि। चौथे समूहमें बीचकी अवस्था है। इसके अतिरिक्त प्रथम समूहके ताम्रम्, रजतम् और स्वर्णम् एकसे गुणके हैं, द्वितीय समूही विषम तत्त्व, दस्तम्, संदस्तम् और पारदम् एकसे गुणके हैं।

३. इस संविभागमें संयोग शक्ति भी भली प्रकार दिखाई गई है। शून्य समूहके तत्त्वों-हिमजन नूतनम्, आलसीन्, गुप्तम् और अन्यजनकी संयोग शक्ति शून्य है। ये किसी तत्त्वसे संयुक्त नहीं होते। प्रथम समूहके सब तत्त्वोंकी संयोग शक्ति एक है, द्वितीय समूहके तत्त्वोंकी २, तृतीय को ३, चतुर्थ समूहके तत्त्वोंकी ४ है। प्रथम तीन समूहमें धातु-तत्त्व हैं। अतः इनकी धनात्मक संयोग शक्ति है। ५,६, और ७वें तत्त्व अधातु हैं अतः इनकी संयोग शक्ति धीरे धीरे ऋणात्मक होती जाती है। प्लविन् हरिन् आदि प्रबल ऋणात्मक हैं। उदजनकी अपेक्षासे ७वें समूहकी संयोग शक्ति १ है, ६ठे समूहकी २, और पांचवें की ३ है। तात्पर्य्य यह यह है कि यदि हम किसी श्रेणीमें पहले समूहसे ७वें समूह तक आवें तो धनात्मक विद्युत् शक्ति कम होती जावेगी और ऋणात्मक शक्ति बढ़ती जावेगी। इसी प्रकार किसी समूहमें हम नीचेकी ओरसे ऊपर की ओर आवें तो ऋणात्मक शक्ति अधिक होती जावेगी और धनात्मक शक्ति कम होती जावेगी।

उदाहरणतः—

बो, ला, पां, सै, शो, बे, टं क,
——————→ ——————→

नो, ओ, स
——————→

तीरके मुखकी ओर बढ़नेसे ऋणात्मक शक्ति बढ़ रही है और धनात्मक शक्ति कमहो रही है।

४. यदि किसी तत्त्वके गुण जानने हों तो संविभागमें उसके चारों ओर वाले तत्त्वोंके गुणों पर ध्यान रखनेसे इनका अनुमान लगाया जा सकता है। मैण्डलीफ़के समय स्कन्दम् (परमाणु संख्या २१), गालम् (प० सं० ३१) और जर्मनम् (प० सं० ३२)के तत्त्व वैज्ञानिकोंको ज्ञात न थे। ऐसी अवस्थामें इन तत्त्वोंके चारों ओरके ज्ञात तत्त्वोंके गुणोंके सहारेसे मैण्डलीफ़ ने इनके गुणों-गुणों का ठीक ठीक अनुमान कर लिया था।

५. यहभी बात ध्यान देने योग्य है कि पांशुजम् का परमाणुभार ३९·१ आलसीम् के परमाणु ३९.९से कम है अतः इसे आलसीम्के पहले स्थान मिलना चाहिये था ऐसी ही बात थलम्-नैलिन्के विषयमें है। परमाणुभारके हिसाब से नैलिन्को छठे समूहमें और थलम्को ७ वें समूहमें रखना चाहिये था। परमाणुभारके हिसाब से नकलम्को लोहम् और कोबल्टम्के बीचमें रखना चाहिये था। पर गुणोंकी समानता पर ध्यान देने के कारण ऐसा नहीं किया गया है। अतः संविभागमें इनकी स्थिति अपवादजनक प्रतीत होती है। उदजनको प्रथम समूहमें रखना चाहिये या सप्तममें यह भी बात विवादास्पद है। भौतिक गुणोंमें उदजन सप्तम समूही तत्त्वोंसे मिलता जुलता है पर रासायनिक गुणोंमें प्रथम समूही तत्त्वोंसे।

६. आठवें समूहमें तीन तीन तत्त्व एक एक स्थान पर रखे गये हैं। यह केवल उनके गुणोंके कारण किया गया है। ये तत्त्व एक ओर तो अपने से पहले सप्तम समूहके तत्त्वोंसे मिलते हैं और दूसरी ओर आगे आने वाले प्रथम समूहके तत्त्वों से। लोहम् कोबल्टम् और नकलम सप्तम् समूही मांगनीज़से और प्रथम समूही तत्व ताम्रम्से मिलते जुलते हैं। इनके यौगिक रंगदार होते हैं।

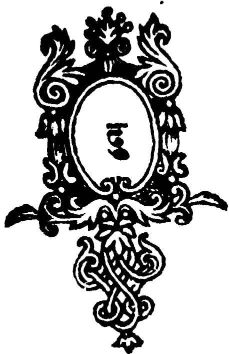
इनके अतिरिक्त इस संविभागमें अनेक अन्य विशेषतायें हैं जिनका यहां वर्णन नहीं किया जा सकता है। अब आगे हम पहले उदजनका वर्णन देंगे। और फिर सातवें समूहके कुछ उपयोगी तत्त्वोंका; फिर ६ ठे समूहके तत्त्वोंका, और इसी प्रकार बारी बारीके अन्य तत्त्वोंका वर्णन किया जावेगा।



पाँचवाँ अध्याय

उद्जन

प्राप्ति स्थान



नियाकी जितनी उपयोगी वस्तुएँ हैं उनमें उद्जन अधिक मात्रामें उपस्थित रहता है। इस भूमण्डल का तीन चौथाई भाग जल है। यह जल मनुष्यके जीवनके लिये बड़ा आवश्यक है। इस जलमें नवाँ भाग उद्जनका है। अर्थात् १८ भाग पानीमें २ भाग उद्जन है। इसके अतिरिक्त भोजनके लिये आटा, चीनी तरकारी, फलफूल, इन सबमें यह तत्त्व विराजमान है? पर एक बात अवश्य है कि इन पदार्थोंमें यह यौगिकोंके अन्दर विद्यमान है। साधारण तथा उद्जन तत्त्वरूपमें बहुतही कम पाया जाता है। ज्वालामुखी पर्वतके ऊपरके वायव्योंमें इसकी कुछ मात्रा अवश्य रहती है। वायुमण्डलमें यह केवल १० लाख भागमें १ भाग है। अमरीकाके मिट्टीके तेलके कुओंमें निकलने वाले प्राकृतिक-वायव्यों में यह आयतनके हिसाबसे २० प्रति शत तक पाया गया है।

गत अध्यायमें यह दिखाया जा चुका है कि उद्जन अम्लोंमें और क्षारोंमें भी होता है। अतः हम उद्जन तीन स्थानोंसे सरलतया पा सकते हैं—१. पानीसे, २. अम्लोंसे, ३. क्षारोंसे।

जलसे उपलब्धि

१. अब हम यहाँ उद्जन बनानेकी विधियाँ देंगे। पानीसे उद्जन विद्युत्-विश्लेषण द्वारा बनाया जा सकता है। इस कामके लिये काँचका एक विशेष विद्युत्-घट लिया जाता है जिसमें

[illegible] दो ध्रुव लगे होते हैं। इस घटमें पानी भरदो। इसमें थोड़ासा हलका गन्धकाम्ल भी डाल दो। गन्धकाम्ल डालनेसे पानी विद्युत का अच्छा चालक हो जावेगा। अब ध्रुवोंको बाटरीके ध्रुवोंसे तार द्वारा संयुक्त करदो। घटके ध्रुवों पर एक एक परख नली उसी अम्लीय जलसे भरकर उलटी खड़ी करदो। विद्युत्-धाराके प्रवाह से जल विभाजित होने लगेगा और दोनों ध्रुवों पर वायव्योंके बुलबुले दिखाई पड़ेंगे। थोड़ी देरके पश्चात् दोनों परखनलियोंमें यह बुलबुले ऊपर चढ़ने लगेंगे और नलियोंमें वायव्य भर जावेंगे।

ध्यान पूर्वक देखनेसे पता चलेगा कि एक नलीमें जितना वायव्य है उसका आधा दूसरी नलीमें है। यह आधा भाग ओषजनका है और दूसरी नलीमें उद्‌जन है। प्रक्रिया इस प्रकार है:—

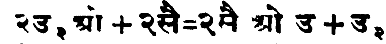


२ उ$_२$ओ = २उ$_२$ + ओ$_२$

(२ आयतन)   (१ आयतन)

उद्‌जन वाली परखनलीके मुँहको पानीके नीचेही अंगूठेसे बन्द करो और बाहर निकाल लो। इसके मुँहके पास दियासलाई लाकर जलाओ। परखनलीके अन्दरकी गैस शान्ति पूर्वक जलने लगेगी।

(२) पानीसे उद्‌जन बनानेकी दूसरी विधि यह है। सैन्धकम् टुकड़ेको चाकूसे सावधानीसे काटो (सैन्धकम् मिट्टीके तेलके अन्दर रक्खा जाता है) और छुआकागज़से इसे सुखालो। तारके टुकड़ों को पैन्सिलके चारों ओर कई बार लपेटकर पोंगनासा बनालो। हाथसे पकड़नेके लिये थोड़ा-सा तार बिना लपेटा छोड़ दो। एक प्यालीमें पोंगनेमें सैन्धकम्का टुकड़ा रखकर पानीमें डुबाओ। एक परखनलीको पानीसे भरकर सैन्धकम् के ऊपर उलटा खड़ा करदो। सैन्धकम् जलका विभाजन करेगा और उद्‌जनके बुलबुले परखनलीमें चढ़ने लगेंगे। जब नली भर जाय तो उसके मुखको अंगूठेसे बन्द करके पानीसे बाहर निकाललो। दियासलाई मुँहके सामने जलाकर लाते ही उद्‌जन जलने लगेगा। इसप्रयोगमें प्रक्रिया इस प्रकार है—



२उ$_२$ओ + २सै = २सै ओ उ + उ$_२$

सैन्धकम् उदौषिद (सै ओ उ) या कास्टिक सोडा पानीमें घुल जाता है। यह क्षार है इसकी पहिचानके लिये लाल—द्योतक-पत्र पानीमें डुबोओ। पत्र नीला हो जायगा।

सैन्धकम्के स्थानमें पांशुजम् का टुकड़ाभी लिया जा सकता था—



२ उ$_२$ ओ + २ पां = २ पां ओ उ + उ$_२$

मगनीसम्का चूर्ण, तथाधातु खटिकम्भी पानीमेंसे उद्‌जन इसी प्रकार देते हैं।

(३) लोहेकी एक बड़ी नली लो और इसमें लोहे का बुरादा रखदो। इस नलीका एक सिरा एक पतीलीसे संयुक्त करदो जिसमें पानी उबलकर भाप बनता हो। लोहेके बुरादेको भट्टीमें रक्त-तप्त करो और भापको लोहेपर प्रवाहित करो। भापका ओषजन लोहा लेलेगा और उद्‌जन नलीके दूसरे सिरेसे बाहर निकलेगा। इस सिरेमें कांचकी नली लगाकर पानीमें डुबो दो। कांचकी नलीके उस सिरेमें से जो पानीके अन्दर है, उद्‌जनके बुलबुले ऊपर निकलने लगेंगे जिन्हें पहलेके समान परखनलीमें भरा जा सकता है। इस प्रयोगमें प्रक्रिया इस प्रकार है—



४ उ$_२$ ओ + ३ लो = लो$_३$ ओ$_४$ + ४उ$_२$

लो$_३$ ओ$_४$ को लोहेका चुम्बकी ओषिद या लोहोमेंलौहिक ओषिद कहते हैं।

मगनीसम् चूर्ण या स्फटम् चूर्ण भी उबलते हुए पानीको विभाजित कर देता है। ताम्र-दस्तम् मिथुन भी इस काममें लाया जा सकता है। तूतियेका गरम करके उसमें दस्तम्का टुकड़ा डालो। दस्तमके सतहपर ताम्रम् जमा होने लगेगा। टुकड़ेको बाहर निकालो। इसे ताम्र—दस्तम्

मिथुन कहते हैं। ताम्रम्की उपस्थितिमें दस्तम्का पानी पर इस प्रकार प्रभाव पड़ता है:—

$$\text{२ द} + \text{२ उ}_{2}\text{ओ} = \text{२ द (ओ उ)}_{2} + \text{२ उ}_{2}$$

अम्लसे उपलब्धि

१. प्रयोग शालाओंमें उद्जनके प्राप्त करनेकी सबसे सरल विधि इस प्रकार है। कोई अम्ल लो। बहुधा इस कामके लिये हलका गन्धकाम्ल या हलका उदहरिकाम्ल लिया जाता है। दस्तम्के खुरखुरे टुकड़े अम्लमें डाल दिये जाते हैं। बस उद्जन ज़ोरोंसे निकलने लगता है। प्रक्रिया इस प्रकार है—

$$\text{१. २ उ}_{2}\text{ग ओ}_{4} + \text{२ द} = \text{२ द ग ओ}_{4} + \text{२उ}_{2}$$

(दस्त गन्धेत)

$$\text{२. २ उ ह} + \text{द} = \text{द ह}_{2} + \text{उ}_{2}$$

(दस्त हरिद)

इस कामके लिये दस्तम्के खुरखरे टुकड़े लेने चाहिये। खुरखुरे टुकड़े लेने का कारण यह है कि अम्लके प्रभावके लिये दस्तम्की अधिक सतह मिलती है। दस्तम् बहुत स्वच्छ न होना चाहिये। साधारण दस्तमकी अशुद्धियाँ गन्धकाम्लके विभाजनमें सहायक होती हैं।

प्रयोगके लिये काँचकी बोतल लो। इसके मुंहमें एक काग लगादो जिसमें दो छेद हों। बोतलकी पेंदीमें दस्तम्के टुकड़े रख दो। कागके एक छेदमें लम्बी नली वाला पेचदार कीप लगा दो। इसकी नली बोतलकी पेंदीके पास तक पहुंचती होनी चाहिये। कीपमें हलका अम्ल भर दो। कागके दूसरे छेदमें एक वाहक नली मोड़कर लगा दो। इस नलीके बाहरका मुड़ा हुआ सिरा पानीकी टबमें डुबोओ। इसके मुँह पर पानीसे भरकर बेलन उलटे खड़े करो। कीपका पेंच दबाकर बूँद बूँद करके दस्तम्के ऊपर अम्ल डालो। उद्जन वाहक नलीमें होकर बेलनमें भरने लगेगा।

आरम्भके उद्जनमें वायुका ओषजन भी मिश्रित रहेगा। अतः अच्छा यह होगा कि थोड़ासा उद्जन निकल जाय। अब कई बेलन उद्जनसे भरे जा सकते हैं। यह सावधानी रखनी चाहिये कि उद्जनकी बोतलके निकट किसी प्रकारका दग्धक, लैम्प इत्यादि न हो, नहीं तो उद्जन जल उठेगा और आग लग जानेका भय होगा।

(२) दस्तम्के स्थानमें लोह-चूर्ण भी लिया जा सकता है। पर ऐसा करनेसे अधिक शुद्ध उद्जन प्राप्त नहीं हो सकता है क्योंकि लोहेमें बहुतसी अशुद्धियाँ विद्यमान रहती हैं। लोहेके साथ प्रक्रिया इस प्रकार है:—

$$\text{उ}_{2}\text{ग ओ}_{4} + \text{लो} = \text{लो ग ओ}_{4} + \text{उ}_{2}$$

(लोहस-गन्धेत)

$$\text{२ उ ह} + \text{लो} = \text{लो ह}_{2} + \text{उ}_{2}$$

(लोहस हरिद)

क्षारोंसे उपलब्धि

सैन्धक उदौषिद या पांशुज उदौषिदके घोलमें दस्तम् या स्फटम् सरलतासे घुल जाते हैं। और गरम करनेसे उद्जन निकलने लगता है। प्रक्रियायें इस प्रकार हैं:—

$$\text{१. द} + \text{२ पां ओ उ} = \text{पां}_{2}\text{द ओ}_{2} + \text{उ}_{2}$$

(पांशुज दस्तेत)

$$\text{२. २ स्फ} + \text{२ सै ओ उ} + \text{२ उ}_{2}\text{ओ} = \text{२ सै स्फ ओ}_{2} + \text{३ उ}_{2}$$

(सैन्धक स्फटेत)

इस प्रक्रियासे बहुत शुद्ध उद्जन प्राप्त हो सकता है। प्रयोग इस प्रकार किया जा सकता है। एक काँचकी बोतलमें दस्तम्के टुकड़े लो और ३० प्रति शत कास्टिक सोडा (सैन्धक उदौषिद) का घोल इसमें डालो। बोतलमें काग लगाकर एक वाहक नली लगा दो जिसका बाहरी सिरा पानीमें डूबा हो। काग, नली आदि बिलकुल कसी रहनी चाहिये जिससे उद्जन बाहर न निकल आवे। अब सावधानीसे गरमकरो और उद्जनको इकट्ठा कर लो।

यदि दस्तम्के साथ साथ लोहेका बुरादाभी

डाल दिया जाय तो उद्जन बड़ी शीघ्रतासे उत्पन्न होता है। लोहेके बुरादेमें कोई परिवर्तन नहीं होता है। यह क्षारके विभाजनमें दस्तम्‌को केवल सहायता मात्र देता है।

भौतिक गुण

शुद्ध उद्जनका न तो कोई रंग है, न स्वाद और न गन्ध। यह प्राण लेनेमें सहायक नहीं होता, अर्थात् जीव केवल उद्जनमें जीवित नहीं रह सकता है। पर यह विषैला नहीं है। इसके समान कोई अन्य वायव्य हलका नहीं है। एक लीटर उद्जनका सामान्य दबाव और तापक्रम पर भार ०.०८९८७ ग्राम है। यह पानीमें बहुत कम घुलनशील है। शून्य तापक्रमपर इसकी घुलनताका गुणक केवल ०.०२१५ है। अन्य वायव्योंकी अपेक्षा यह तापका अच्छा चालक है। वायुकी अपेक्षा यह पांचगुना चालक है।

उद्जन द्रवीभूत भी किया जा सकता है। इसका विपुल दबाव १२.८ वायुमंडल और विपुल तापक्रम—२३९·९° है। द्रव उद्जन बेरंगका पारदर्शक द्रव है। इससे कम घनत्वका कोई द्रव नहीं पाया गया है। ७४५.५२ मि. मी दबाव और —२५२.८° तापक्रम पर इसका घनत्व ०.०७१०५ है। यह—२५२.७८° तापक्रम पर उबलने लगता है और—२५९° तापक्रम पर ठोस हो जाता है।

उद्जनके रासायनिक गुण

उद्जनके पास दियासलाई जलाकर लानेसे यह धीरे धीरे जलने लगेगा। यदि उद्जन शुद्ध नहीं है और इसमें वायु मिला हुआ है तो दियासलाई लानेपर बड़े ज़ोरका विस्फुटन होगा। उद्जनके जलनेका तात्पर्य यह है कि यह बड़े ज़ोरोंसे ओषजनमें संयुक्त होकर पानी बना रहा है—



एक सूखी नलीमें उद्जन भरो और इसे जलाओ। नलीकी दीवारपर पानीकी बूँदें दिखाई पड़ेंगी।

उद्जन हरिन्, प्लविन् आदिसे भी बड़ी शीघ्रतासे संयुक्त होकर उद्हरिकाम्ल, उद्प्लविकाम्ल बनाता है।



उद्जन स्वयं तो जल जाता है पर उद्जन दूसरी चीज़ोंके जलनेमें साधक नहीं होता। दियासलाई जलाकर उद्जनसे भरे बेलनमें जल्दीसे नीचे डाल दो। दियासलाई बुझ जावेगी।

उद्जन दूसरे यौगिकोंमेंसे ओषजन खींच सकता है। इस क्रिया को अवकरण (reduction) कहते हैं। जैसे यदि ताम्रओषिद्‌को गरम करके उस पर उद्जन प्रवाहित किया जायतो ताम्रम् प्राप्त होगाः—



इस प्रकार उद्जनमें अवकरणके गुण हैं।



छठा अध्याय

लवणजन तत्व

हरिन्, ह; अरुणिन् रु, और नैलिन्, नै;
३५·४६; ७९·९२; १२६·९२



स्म समूहमें जितने तत्व हैं उनमें प्लविन्, हरिन्, अरुणिन् और नैलिन् तत्त्व लवणजन तत्व कहलाते हैं क्योंकि ये लवणोंके बनानेके काममें आते हैं। इन लवणजनतत्वोंमें हरिन्, अरुणिन और नैलिन् ये तीन अधिक उपयोगी हैं। अतः हम इन तीनका ही विशेष वर्णन यहाँ देंगे। प्लविन् का वर्णन पृ० १८९ पर दिया गया है।

हरिन्की उपलब्धि

प्रकृतिमें हरिन् तत्व रूपमें नहीं पाया जाता है पर समुद्रके जलमें जितना नमक है, या खानोंसे और पहाड़ोंसे जो नमक निकाला जाता है उसमें हरिन् विद्यमान रहता है। साधारण नमक जिसका हम व्यवहार करते हैं सैन्धक-हरिद्, सैह, होता है। पांशुज हरिद्, पां ह, भी जर्मनी आदि देशोंमें बहुत पाया जाता है। हरिन् वायव्यके उत्पन्न करनेकी मुख्य विधियाँ यहाँ दी जावेंगी। शीले नामक वैज्ञानिकने सबसे पहले इसकी सं० १८३१ वि० में खोजकी थी।

(१) उदहरिकाम्ल और मांगनीजद्विओषिद्-द्वारा हरिन् गैस आसानीसे बनायी जा सकती है। हरिन् गैस बन्द शीशेकी अलमारीमें बनानी चाहिये क्योंकि इसकी गन्ध बड़ी दुःखदायी और हानिप्रद होती है। इस कामके लिये एक बड़ी बोतलमें मांगनीज़द्विओषिद लो और उस पर थोड़ासा उदहरिकाम्ल (संपृक्त) डालो। बोतलमें एक काग कसो जिसमें छेद करके वाहक नली लगादो जिसका बाहरी सिरा उसबेलनमें लटकाओ जिसमें गैस भरनी हो। ऐसा करनेके पश्चात् बोतलको गरम करो। हरिन्गैस उत्पन्न होगी। इसका रंग कुछ हरा होता है जिसके कारण इसका रंग कुछ हरा होता है जिसके कारण इसका नाम हरिन् रखा गया है। बेलनमें इसे इकट्ठा करलो। इस प्रयोगमें प्रक्रिया इस प्रकार है:—

मा ओ$_2$ + ४ उह=माह $_2$ + २ उ$_2$ ओ + ह$_2$

मांगनीज़ द्विओषिद्का ओषजन उदहरिकाम्ल के उदजनसे संयुक्त होकर पानी बनाता है, और हरिन् मुक्त हो जाता है। कुछ हरिन मांगनीज़के साथ मांगनीज़ हरिद्, माह$_2$ बनाता है।

इस प्रयोगमें, गरम करनेसे हरिन्के साथ कुछ वायव्य उदहरिकाम्ल मिश्रित रह सकता है। यदि इकट्ठा करनेके पूर्व हरिन्को पानीके अन्दर प्रवाहित करके झांवा पत्थर और संपृक्त गन्धकाम्ल पर सुखा लिया जाय तो शुद्ध हरिन् प्राप्त हो सकता है।

इस प्रयोगमें मांगनीज़ द्विओषिद्के स्थानमें पांशुज परमांगनेत, पांमाओ$_4$, या पाँशुज द्विरागेत पां$_2$ रा$_2$ ओ$_7$ का भी उपयोग किया जा सकताहै :-

(क) २ पां मा ओ$_4$ + १६ उ ह=२ पां ह + २ मा ह$_2$ + ८ उ$_2$ ओ + ५ ह$_2$

(ख) पां$_2$ रा$_2$ ओ$_7$ + १४ उह=२ पांह + २ राह$_3$ + ७ उ$_2$ ओ + ३ ह$_2$

(२) उदहरिकाम्ल न लेकर यदि साधारण नमक, सैह, लिया जाय और संपृक्त गन्धकाम्ल तथा मांगनीज़ द्विओषिद्के साथ उसे गरम किया जाय तो भी हरिन् प्राप्त हो सकता है। ऐसा करने में प्रक्रिया इस प्रकार होगी —

४ सै ह + ३ उ$_2$ ग ओ$_4$ + मा ओ$_2$
= सै$_2$ ग ओ$_4$ + २ सै उ ग ओ$_4$ + मा ह$_2$ + ह$_2$ + २ उ$_2$ ओ

इस प्रयोगके लिये ११ भाग नमकको ५ भाग मागनीज़ द्विओषिदसे मिलाओ और १४ भाग गन्धकाम्लमें उतना ही पानी मिलाकर गरम करो। ऐसा करनेसे हरिन् गैस आसानीसे निकलती रहेगी।

नमकके स्थानमें कोई भी हरिद् लेकर यह प्रयोग किया जा सकता है।

(३) उदहरिकाम्लको वायुके साथ ज़ोरोंसे गरम करने पर भी हरिन् गैस प्राप्त हो सकती है।

४ उ ह + ओ$_२$ = २ ह$_२$ + २ उ$_२$ ओ

यह विधि रंग विनाशकचूर्णके तैयार करनेमें अधिक काममें लायी जाती है जिसका वर्णन आगे किया जावेगा। रंग विनाशक चूर्ण, ख ओ ह$_२$, पर कोई अम्ल डालनेसे हरिन् गैस प्राप्त हो सकती है :—

ख ओ ह$_२$ + उ$_२$ ग ओ$_४$ = ख ग ओ$_४$ + उ$_२$ ओ + ह$_२$

(४) नमक या उदहरिकाम्लके विद्युत्-विश्लेषण करनेसे भी हरिन् गैस उत्पन्न हो सकती है:—

२ सै ह = २ सै + ह$_२$

हरिन्के गुण

हरिन् गैसका रंग कुछ पीलापन लिये हुए हरा होता है। इसका परमाणु भार ३५.४६ है। और अणुभार ७०.९२ है। एक लीटरका बोझ (सामान्य तापक्रम और दबावपर) ३.२१४ ग्राम है, इसकी गन्ध दुःखदायी और कटु होती है शुद्ध हरिनको अधिक सूंघ लेनेसे मृत्यु तक हो सकती है। —३४.५°श तक ठंडा करने पर यह द्रवीभूत हो जाती है।

यह पानीमें घुलनशील है। एक भाग पानी २ भाग हरिन्को घुला सकता है। इस घोलको हरिन्-जल कहते हैं प्रयोगशालाओंमें इसका बहुत उपयोग होता है। यह हवासे ढाई गुनी भारी है।

हरिन् उदजनसे बड़ी तीव्रतासे संयुक्त हो सकती है। हरिन्को उदजनके साथ मिलाकर सूरजकी रोशनी में रखदो। थोड़ी देरमें ही विस्फुटनके साथ दोनों मिलकर उदहरिकाम्ल बनावेंगे।

उ$_२$ + ह$_२$ = २उह

छुआ कागज़को तारपीनके तैलमें भिगोकर हरिन् गैसमें डाल दो। तारपीनके तैल, क$_{१०}$ उ$_{१६}$ में से हरिन् उदजनको इतनी तीव्रतासे खींचती है कि तैल जलने लगता है और कर्बनका काला धुआं छा जाता है। इसी प्रकार यदि मोमबत्ती जलाकर हरिन्में छोड़ी जाय तो बत्ती जलती रहेगी और मोमका उदजन हरिन्से संयुक्त होजायगा। इस प्रयोगमें भी बहुत काला धुंआ उठेगा।

नम हरिन् धातुओंसे भी आसानीसे अपने आप संयुक्त हो सकती है। किसी वर्त्तनमेंसे यदि हवा निकालली जाय और हरिन् तथा ताम्रपत्र रख दिये जायँ तो ताम्र हरिद ताह$_२$की पीली वाष्पें उठने लगेंगी। आञ्जनम् भी हरिन्से इस तीव्रतासे संयुक्त होकर, आ ह$_३$, बनाता है कि चिनगारियाँ छूटने लगती हैं।

सैन्धकम् हरिन्में जलकर सैन्धक हरिद, सैह, बनाता है और स्फुर हरिन्के साथ त्रिहरिद और पंचहरिद, स्फुह$_३$, स्फुह$_५$ बनाता है।

यदि हरी या किसी और रंगकी पत्ती पानीमें भिगोकर हरिन् गैसमें डाल दी जाय तो पत्तीका रंग उड़ जाता है। यह इसलिये होता है कि हरिन् पानीके संसर्गसे उदहरिकाम्ल बनाता है और ओषजन मुक्त हो जाता है :—

४ह + २उ$_२$ओ = ४उ ह + ओ$_२$

यह ओषजन पत्तीके रंगका ओषदीकरण करता है। इसलिये रंग नष्ट होजाता है। इस प्रकार हरिन् रंग-विनाशक है पर रंग-विनाशके लिये पानी होना अत्यावश्यक है।

अरुणिन्की उपलब्धि।

सं० १८८३ वि० में बैलर्ड नामक फ्रेञ्च वैज्ञानिकने इसकी खोजकी थी। यह लाल रंगका द्रव पदार्थ है अतः इसका नाम अरुणिन् पड़ा है।

यह समुद्र—जलमें ०·००६ प्रतिशतके लगभग सैन्धक—, पांशुज—, मगनीस—अरुणिदोंके रूपमें पाया जाता है और स्टैसफोर्टमें पांशुजम्के साथ विद्यमान हैं। इसके उत्पन्न करनेकी विधियां यहाँ दी जाती हैं।

(१) पांशुज अरुणिद्को संपृक्त गन्धकाम्ल और मांगनीज़ द्विओषिद्के साथ गरम करनेसे अरुणिन् प्राप्त हो सकता है। यह विधि हरिन्की विधिसे बिलकुल मिलती जुलती है।

२ पांरु + माओ२ + ३उ२गओ४

= रु२ + २पां उगओ४ + मागओ४ + २उ२ओ

प्रयोगके लिये एक भपकेमें २·५ ग्राम पांशुज अरुणिद लो और इसमें ७ ग्राम मांगनीजद्विओषिद् मिलादो। ४५ घन श. म. गन्धकाम्लमें ६० ग्राम पानी डालकर भपकेमें डालो। भपकेको गरमकरो, एक बोतल लगादो जिसकी पेंदी पानीमें डूबी हो। भपकेको गरम करो, अरुणिन् बोतलमें स्रवित हो जावेगी। इस प्रयोगको बन्द खिड़कीमें करना चाहिये क्योंकि अरुणिकी वाष्पें अत्यन्त ही दुःखदायी होती हैं, और हरिन्से भी अधिक कष्ट देती हैं। अरुणिन् द्रव यदि हाथ पर गिर पड़ेगा तो घाव कर देगा अतः प्रयोग बड़ी ही साव-धानीसे करना चाहिये।

(२) अरुणिन् उत्पन्न करने की दूसरी विधि इस प्रकार है—परख नलीमें १ ग्राम पांशुज हरिद्को दो ग्राम पानीमें घोलो। और घोलको खूब ठंडा रखो। नलीमें हरिन् वायव्य धीरे धीरे प्रवाहित करो। ऐसा करनेसे अरुणिन्की लाल बूंदें नलीके तलमें बैठने लगेंगी। नलीको गरम करनेसे अरु-णिन्की लाल वाष्पें निकल सकती हैं। प्रक्रिया इस प्रकार है :—

२ पांरु + ह२ = २ पांह + रु२

इसी विधिके अनुसार अरुणिन् व्यापारिक मात्रामें तैयारकी जाती है।

अरुणिन्के गुण

यह घोर लाल रंगका द्रव पदार्थ है जिसका ०° श पर घनत्व ३·११८ है। इसकी लाल रंगकी वाष्पें अत्यन्त विषमयी होती हैं, इसकी गन्ध दुख-दायी होती है। यह ठोसाकार किया जा सकता है। ठोस अरुणिन्का द्रवांक—७·३° है। द्रवका क्वथनांक ५८·८° है।

२००° श पर अरुणिन्का वाष्पघनत्व ८० के लगभग है अतः इसका अणुभार ८० × २ = १६० हुआ। इसका परमाणु भार ७९·९२ है अतः इसके एक अणुमें दो परमाणु हैं। इसका सूत्र रु२ है।

हरिन्के समान अरुणिन् भी अनेक तत्वोंसे आसानीसे संयुक्त हो सकता है। स्फुरके साथ संयुक्त होकर यह स्फुर पंच अरुणिद, स्फुरु५ बनाता है। संक्षीणम्के साथ तरु३ यौगिक बनाता है। पांशुजम्से शीघ्रतापूर्वक संयुक्त होकर पांरु देता है। पर यह सैन्धकम्से आसानीसे संयुक्त नहीं होता। सैरु बनानेके लिये २००° तापक्रम की या पानीकी आवश्यकता पड़ेगी।

अरुणिन् हरिन्के समान रंग विनाशक है, रंग विनाशके लिये पूर्ववत् पानीका होना आवश्यक है।

२ रु२ + २ उ२ ओ = ४ उ रु + ओ२

यह ओषजन फूल पत्तीके रंगका ओषदीकरण कर देता है।

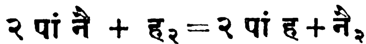
नैलिन्की उपलब्धि

सं० १८६९ वि० में फ्रेञ्च रसायनज्ञ कुर्त्तूआने इस तत्त्वका अन्वेषण किया। समुद्री नरकुलोंके जलानेसे जो राख बची थी, उसमेंसे इसकी प्राप्ति की गई। इसका रंग नीला होता है अतः इसका नाम नैलिन् रक्खा गया है। यह समुद्रमें थोड़ीसी मात्रामें पाया जाता है, वहांसे ही इसका प्रवेश समुद्री नरकुलोंमें होता है। इनकी राखमें जिसे अंग्रेज़ीमें केल्प कहते हैं नैलिन् ०·१ से ०·३ प्रति शत तक विद्यमान है। चिली देशके शोराके साथ

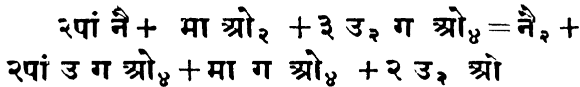
साथ ०·२ प्रति शत सैन्धक नैलेत भी विद्यमान है। यह मछलियोंमें भी पाया गया है।

केल्पमें नैलिन् नैलिदोंके रूपमें रहता है। इसके साथ साथ बहुतसे गन्धेत, हरिद, अरुणिद आदि भी रहते हैं। घोल गरम करके रवा बनने के लिये रख दिया जाता है जिसमें गन्धेत, हरिद् आदिके रवे पहले बन जाते हैं और वे पृथक् कर लिये जाते हैं। अवशिष्ट द्रवमें अब पांशुज नैलिद रह जाता है।

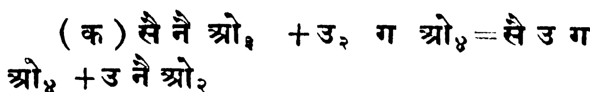
पांशुज नैलिद्के घोलमें बूँद-बूँद करके हरिन्-जल डालो। पहले लालभूरा रंग प्रतीत होगा क्योंकि नैलिन् मुक्त होकर पांशुज नैलिद्में घुल गया है। थोड़ासा हरिन् जल और डालनेसे और नैलिन् निकलता है। इस प्रकार धीरे धीरे सब नैलिन् निकलकर बर्त्तनमें (या परख नलीमें) काले अवक्षेपके रूपमें बैठ जाता है। नैलिन्के ऊपरका पानी थोड़ा पीलापन लिये होता है क्योंकि नैलिन् ३६१६ भाग जलमें केवल १ भाग ही घुलनशील है। नैलिन्के रवे सुखाये जा सकते हैं। इनको गरम करने से नीले रंगकी वाष्पें उठेंगी। इस प्रयोगमें प्रक्रिया इस प्रकार थी—

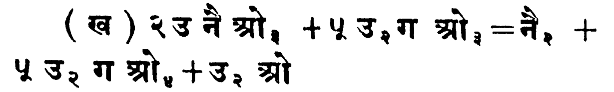

२ पां नै + ह$_2$ = २ पां ह + नै$_2$

नैलिन्के उत्पन्न करनेकी दूसरी विधि वैसी ही है जैसी अरुणिन् और हरिन् की थी। अर्थात् पांशुज नैलिद्को मांगनीज़-द्विओषिद्के साथ संपृक्त गन्धकाम्ल डालकर गरम करते हैं। ऐसा करनेसे नैलिन्की वाष्पें उठने लगतीं हैं। प्रक्रिया इस प्रकार है—


२पां नै + मा ओ$_2$ + ३ उ$_2$ ग ओ$_4$ = नै$_2$ + २पां उ ग ओ$_4$ + मा ग ओ$_4$ + २ उ$_2$ ओ

आजकल नैलिन् सैन्धक नैलेत, सै नै ओ$_3$, से उत्पन्न किया जाता है। इस कामके लिये गन्धकाम्ल और सैन्धक अर्धगन्धित, सै उ ग ओ$_3$ काम में लाया जाता है। प्रक्रिया इस प्रकार है—


(क) सै नै ओ$_3$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = सै उ ग ओ$_4$ + उ नै ओ$_3$

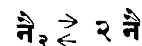

(ख) २ उ नै ओ$_3$ + ५ उ$_2$ ग ओ$_3$ = नै$_2$ + ५ उ$_2$ ग ओ$_4$ + उ$_2$ ओ

इसमें सै उ ग ओ$_3$ से उ$_2$ ग ओ$_3$ उत्पन्न हो जाता है।

नैलिन्के गुण

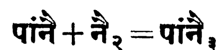
यह काले ख़ाकी रंगका ठोस पदार्थ है जो अपारदर्शी है। इसमें धातुकी सी कुछ चमक रहती है। इसका आपेक्षिक घनत्व ४·६४८ है, द्रवांक ११४·२° और क्वथनांक १८४·३५° है। इसकी वाष्पका बहुत सुन्दर नीला रंग होता है।

इसका वाष्प घनत्व १२७ है अतः अणुभार १२७ × २ = २५४ हुआ। इसका परमाणुभार १२७ है अतः इसके एक अणुमें २ परमाणु हैं। नैलिन्का वाष्प घनत्व ७००°श तक तो १२७ रहता है पर और अधिक गरम करनेसे इसमें कमी होती जाती है। यहाँ तक कि ७००°श पर जाकर घनत्वमें कमी होना बन्द होजाती है। १७००°श पर घनत्व केवल ६३ रह जाता है जिसके अनुसार अणुभार ६३ × २ = १२६ रह जाता है अर्थात् इस तापक्रमपर इसके एक अणुमें एक ही परमाणु रह जाता है। यह परिवर्त्तन इस प्रकार हुआ—


नै$_2$ ⇌ २ नै

हरिन् और अरुणिन्के विषयमें ऐसा नहीं होता है।

नैलिन् पानीमें बहुत कम घुलनशील हैं। केवल ३६१६ भाग पानीमें १ भाग। अतः नैलिनको पानी के साथ हिलानेसे घोलमें थोड़ा सा पीलापन ही आता है। पांशुज नैलिद्में घुलकर यह पां नै$_3$ देता है


पांनै + नै$_2$ = पांनै$_3$

इस कारण इसका रंग लाल भूरा हो जाता है।

हरोपिपील (क्लोरोफार्म) और कर्बद्विगन्धिद में नैलिन् घुलकर नीले रंगका घोल देता है। यह मद्यमें भी घुलनशील है। ½ औंस नैलिनको ½ औंस

पांशुज नैलिद् श्रौर १ पिंट शोधित मद्यमें घोलनेसे एक श्रोषधि बनती है जिसे अंग्रेज़ीमें टिंक्चर श्राव् श्रायोडिन, (Tincture of iodine) कहते हैं ।

नैलिन् मांडीके घोलके साथ घोर नीला रंग देता है। मांडीको पीसकर परखनली में पानीके साथ उबाल लेना चाहिये। तब ठंडे घोलमें नैलिन्की एक बूंद डालनेसे नीला रंग प्राप्त होगा। नैलिनकी परीक्षा इसी प्रकारकी जाती है।

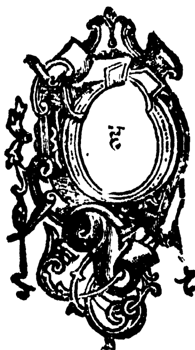
यह तत्त्व स्फुर, पारदम् श्रादि तत्त्वोंसे संयुक्त होकर श्रहणिन् श्रौर हरिन्के समान नैलिद बनाता है।



सातवां अध्याय

लवणजन तत्वों के अम्ल

उदहरिकाम्ल



रिन्, अरुणिन्, और नैलिन् ये तीनों उदजनसे संयुक्त होकर क्रमानुसार उदहरिकाम्ल, उदअरुणिकाम्ल और उदनैलिकाम्ल यौगिक बनाते हैं। इन तीनों यौगिकोंमें उदहरिकाम्ल अत्यन्त उपयोगी है। प्रयोगशाला और व्यापार दोनोंमें इसका अधिक उपयोग होता है। सं० १७०५ वि० के लगभग ग्लौबर नामक वैज्ञानिकने सबसे प्रथम इस अम्लको उत्पन्न किया था उसने सैन्धक हरिदपर गन्धकाम्लका प्रयोग किया:—

$$\text{सैह} + \text{उ}_2\text{गओ}_4 = \text{सैउगओ}_4 + \text{उह}$$

ऐसा करनेमें गन्धकाम्लके एक उदजन परमाणुका ही स्थान सैन्धकम् लेता है, और सैन्धक अर्धगन्धेत या सैन्धक उदजन गन्धेत बनता है और साथ साथ उदहरिकाम्लभी बनता है। तापक्रमके बढ़ानेसे उदजनका दूसरा परमाणुभी अलग होजाता है—

$$\text{सैह} + \text{सैउगओ}_4 = \text{सै}_2\text{गओ}_4 + \text{उह}$$

सैन्धक गन्धेत सै$_2$गओ$_4$को ग्लौबरका लवण भी कहते हैं, यदि इसमें १० अणु जलके हों, अर्थात् सै$_2$गओ$_4$१०उ$_2$ओ ग्लौबर लवण है। सर हमफ्रीडेवी ने सं० १८६७ वि० में सबसे पहले प्रमाणित किया कि उदहरिकाम्लमें उदजन और हरिन् तत्व विद्यमान हैं।

उदहरिकाम्लके उत्पन्न करनेकी दूसरी विधि यह है:-एक बेलनमें उदजन भरकर दूसरे बेलनपर जिसमें हरिन्भरा हो, उल्टा धरो। यह काम अंधेरे स्थानमें करना चाहिये। एक दियासलाई जलाकर दोनों बेलनों

के मुखके पास लाओ। उदजन और हरिन् जोरसे संयुक्त होंगे और विस्फुटनकी आवाज सुनाई पड़ेगी।—

$$उ_2 + ह_2 = २ उह$$

व्यापारिक मात्रामें उदहरिकाम्ल पहले विधिके अनुसारही बनाया जाता है। सैन्धक-राख या सैन्धक कर्बनेतके बनानेकी विधिमें गौण रूपसे हरिकाम्ल भी उत्पन्न होता है। इसकामके लिये एक बड़े लोहे-के बर्तनमें १० हंडर वेटके लगभग नमक रक्खा जाता है। इस बर्तनके नीचे ईंटोंको चिनी हुई भट्टी होती है। नमकपर उतनीही तौलका गन्धकाम्ल रखा जाता है। गरम होनेसे उदहरिकाम्ल गैस ऊपर उठती है। बड़े बड़े नली द्वारा यह गैस ऊँची ऊँची मीनारोंमें लायी जाती है। इन मीनारोंमें ऊपरसे पानी बरसता रहता है। पानीमें उदहरिकाम्ल घुल जाता है। जो कुछ गैस घुलनेसे बाक़ी रह जाती है वह दूसरी मीनारमें लेजाई जाती है। वहाँ भी पानीकी बौछारोंसे उदहरि-काम्ल घुला लिया जाता है। इस प्रकार सम्पूर्ण उदहरिकाम्ल घोलके रूपमें प्राप्त होजाता है।

इन विधियोंसे उत्पन्न उदहरिकाम्ल अशुद्ध होता है। सबसे शुद्ध उदहरिकाम्ल शैलचतुर्हरिद, शैह$_4$, और पानीके संसर्गसे उत्पन्न होता है—

$$शैह_4 + ४ उ_2ओ = उ_4शैओ_4 + ४ उह$$

उदहरिकाम्लके गुण—यह अम्ल बेरङ्गका वायव्य है जिसकी गन्ध कटु होती है। वायव्यका सामान्य घनत्व १·६३९२ ग्राम प्रति लीटर है। द्रववायुके तापक्रम-पर यह ठोस किया जासकता है। इस अवस्थामें यह बर्फके समान श्वेतरवादार प्रतीत होता है। ठोस पदार्थ-११४° श पर द्रवीभूत होजाता है। द्रव अम्लका क्वथनांक—८५° श है और इस तापक्रमपर इसका घनत्व १·१८४ है। जलरहित द्रव उदहरिकाम्लका दस्तम्, लोहम्, मगनीसम् आदि धातुओंपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है, पर ये धातु उदहरिकाम्ल और पानीके घोलमें शीघ्रही घुल जाते हैं। स्फटम् इस अम्लपर तीव्रतासे प्रभाव डालता है और उदजन उत्पन्न होता है।

$$२स्फ + ६उह = २स्फह_3 + ३उ_2$$

यह अम्ल पानीमें अत्यन्त ही घुलन शील है। इस बातका योग इस प्रकार किया जा सकता है। एक गिलासमें पानी भरो। एक बड़ी बोतलमें उदहरिकाम्ल गैस भरदो और उसके मुहमें काग लगाकर एक नली लगादो। बोतलको उल्टा करके नलीको पानीमें डुबाओ। पानी उदहरिकाम्लको घुला लेगा और बोतलके अन्दर पानीका फुहारा दिखाई पड़ेगा।

१ भाग नोषकाम्लमें ३ भाग उदहरिकाम्ल डालकर घोल बनानेसे अम्लराज बनाया जाता है। इसे अम्लराज (aqua regia) इसलिये कहते हैं क्योंकि इसमें बहुत से धातु जैसे सोना, पररौप्यम् जो अन्य अम्लोंमें नहीं घुलते हैं, घुल जाते हैं। इनके घुलनेका कारण यह है कि नोषिकाम्ल और उदहरिकाम्लके संयोगसे हरिन् और नोषोसिल हरिद, नो ओह, उत्पन्न होते हैं।

$$२नोओ_3 + ६उह = ह_2 + नोओह + २उ_2ओ$$

उदहरिकाम्लका संगठन—प्रयोग १—एक पारख नलीमें खुश्क उदहरिकाम्ल भरो और एक बर्तनमें खुश्क पारद लो। नलीको पारदके ऊपर उल्टा खड़ा करदो। नल में पारद नहीं चढ़ेगा। अब एक नोकदार पिपेट द्वारा नलीमें एक बूंद पानी डालदो। पानीकी बूंद डालने के लिये नलीको अपने स्थानसे हटाना आवश्यक नहीं है। पिपेटकी नोंक को नलीके मुंहके नीचे पारदके अन्दर करदो। बस पानी नलीमें आजायगा। पानीके आनेके कारण उदहरिकाम्ल इसमें घुल जायेगा। और पारद सम्पूर्ण नलीको भरलेगा। अब मगनसीम्के तारके गुण्डोको बनाकर नलीमें डालो। पारदसे हलका होनेके कारण यह नलीमें ऊपर उठ आयगा। यहाँ पर इसे उदहरिकाम्लका द्रव घोल मिलेगा, इसके प्रभावसे उदजन उत्पन्न होगा।

$$म + २उह = मह_2 + उ_2$$

उदजनके उत्पन्न होनेके कारण पारद नलीसे फिर नीचे उतरेगा। और उदजन केवल आधी नली-को भरसकेगा। आधी नलीमें पारद रहेगा।

इस प्रयोगसे यह पता चलता है कि १ भाग उदहरि-काम्लमें केवल आधा भाग उदजन है और अतः आधा भाग हरिन्का है।

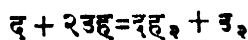
प्रयोग २—विद्युत् विश्लेषण द्वारा भी यही बात सिद्ध होती है। इस कामके लिये संपृक्त उदहरिकाम्लमें जितना साधारण नमक घुल सके घोलो, और इसे विद्युत

घटमें भरो। घटके ध्रुव परौप्यमके न होने चाहिये क्योंकि कि परौप्यम् पर हरिन्‌का प्रभाव पड़ता है। इस कामके लिये कर्बनके ध्रुव लेते हैं। प्रत्येक ध्रुवके ऊपर उदहरिकाम्लसे भरकर एक एक परखनली उल्टी खड़ी करदो जैसा पानीके विश्लेषणमें किया था। घट में बाटरी द्वारा विद्युत धारा प्रवाहित करो। उदहरिकाम्ल विभाजित होगा। हरिन् कुछ देर तकतो उदहरिकाम्लमें घुलेगा पर जब घोल संपृक्त होजायगा तो हरिन् परखनलीमें चढ़ने लगेगा। दोनों परखनलियों को देखनेसे पता चलेगा कि एकमें जितना उदजन है उतना ही आयतन दूसरे में हरिन् का है।

इस प्रयोगसे भी यही स्पष्ट है कि उदहरिकाम्ल में आधाभाग हरिन् और आधा उदजन्‌का है। अथवा एक आयतन उदजन और एक आयतन हरिन् मिलकर दो आयतन उदहरिकाम्ल बनाते हैं।

प्रयोग द्वारा निकालने पर पता चलता है कि उदहरिकाम्ल वायव्यका वाष्प घनत्व १८.१ है अतः इसका अणुभार ३६.२ हुआ अतः सामान्य तापक्रम और दबाव पर २२.४ लीटरका भार ३६.२ ग्राम है। इसमें आधा आयतन उदजन का है, अर्थात् ११.१ लीटर उदजन है। ११.१ लीटर उदजन का भार १ ग्राम होता है, अतः २२.४ लीटरमें ३५.२ ग्राम हरिन् है। हरिनका परमाणुभार ३५.४६ है, और उदजनका १ है, अतः उदहरिकाम्ल का सूत्र 'उह' हुआ अर्थात इसके एक अणुमें एक परमाणु उदजनका और एक परमाणु हरिन् का है।

हरिद—उदहरिकाम्लके धातु-लवणोंको हरिद कहते हैं। साधारण नमक एक हरिद है क्योंकि उदहरिकाम्लका यह सैन्धक लवण है। इस बातसे तात्पर्य यह है कि उदहरिकाम्लके उदजन परमाणुके स्थानमें यदि किसी धातुका परमाणु रख दिया जाय तो हरिद बन जायगा जैसे दस्तम् और उदहरिकाम्लके प्रभावसे—



$$द + २उह = दह_२ + उ_२$$

यहां अम्लमें उदजनका स्थान दस्तम्‌ने ले लिया है। इस प्रकार दस्त-हरिद बनगया है। इस प्रकारके हरिद प्रकृतिमें बहुत पाये जाते हैं। सैन्धक हरिदको साधारण नमक कहते हैं। इसी प्रकार पांशुजहरिद पांह, और रजतहरिद. रह, भी पाये जाते हैं।

हरिद निम्न विधियों से बनाये जा सकते हैं।

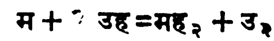
(क) धातु और हरिन् के संयोगसे जैसे—



$$२लो + ३ह_२ = २लोह_३$$

(लोह हरिद)

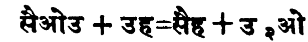
(ख) धातु और उदहरिकाम्लके संयोगसे। ऐसी अवस्था में उदजनका स्थान धातु ले लेता है जैसे—



$$म + २उह = मह_२ + उ_२$$

(मगनीसहरिद)

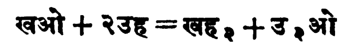
(ग) उदहरिकाम्ल और क्षारके संयोगसे—



$$सैओउ + उह = सैह + उ_२ओ$$

(सैन्धक हरिद)

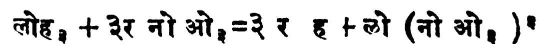
(घ) भस्मिक ओषिद और उदहरिकाम्लसे—



$$खओ + २उह = खह_२ + उ_२ओ$$

(खटिक हरिद)

(ङ) दो यौगिकोंके पारस्परिक विनिमयसे यदि दोनोंके संयोगसे कोई अनघुल हरिद बनता हो जैसे—



$$लोह_३ + ३र नो ओ_३ = ३ र ह + लो (नो ओ_३)_३$$

(रजत हरिद)

हरिदों की पहिचान—ऊपर दिये हुए उदाहरणों से स्पष्ट है कि प्रत्येक हरिदमें ह' मूल समान है। विद्युत् पृथक्करणके सिद्धान्तके अनुसार प्रत्येक हरिद घोलमें गामियों में विभाजित हो जायगा जैसे घोलमें:—



$$सैन्धक हरिद = सै^{\cdot} + ह'$$

यदि इस घोलमें रजत नोषेत, र नो ओ$_३$ का घोल डालें तो हमें श्वेत अवक्षेप प्राप्त होगा। क्योंकि घोलमें—



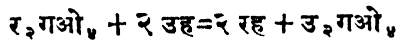
$$रजतनोषेत = र^{\cdot} + नो ओ_३'$$

$$\therefore सैन्धक हरिद + रजत नोषेत = सै^{\cdot} + ह' + र^{\cdot} + नो ओ'_३ = रह + सै^{\cdot} + नो ओ'_३$$

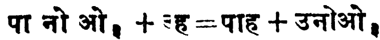
र° गामी ह' मूलसे संयुक्त होकर अनुघुल रजत हरिद बनाता है। अनुघुल होनेके कारण यह अव-

क्षेप रूपमें दिखाई पड़ता है। इसका रंग श्वेत होता है, अतः किसी हरिद के घोलमें यदि रजत नोषेत का घोल डाला जाय तो श्वेत अवक्षेप प्राप्त होगा। यह अवक्षेप अमोनिया में घुलन शील होता है पर नोषिकाम्ल आदिमें अनघुल।

रजतम् पारदम् और सीसम् के हरिद रह, पाह, सीह, जलमें अनघुल हैं, अतः यदि रजतम्, पारदम्, या सीसम् के किसी घुलनशील लवणमें उदहरिकाम्ल डाला जाय तो उनके हरिदोंका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होगा—



र₂गओ₄ + २ उह=२ रह + उ₂गओ₄



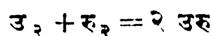
पा नो ओ₃ + उह = पाह + उनोओ₃



सी गओ₄ + २उह=सीह₂ + उ₂गओ₄

उद्अरुणिकाम्ल

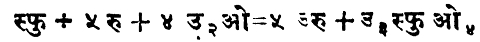
जिस प्रकार उदजन और हरिन् संयुक्त होकर उदहरिकाम्ल बनाते हैं उसी प्रकार उदजन और अरुणिन् संयुक्त होकर उद-अरुणिकाम्ल बनाते हैं। पर इस संयोगमें इतना भेद है। उदजन और हरिन् के संयोगके लिये सूर्य्यका प्रकाश ही समुचित है पर उदजन और अरुणिन् तब तक संयुक्त नहीं होते हैं जब तक उनका मिश्रण ३०० के ऊपर गरम न किया जाय। गरम पररौप्यपर्क ऊपर दोनोंके मिश्रणकी वाष्पें प्रवाहित करनेसेभी उदअरुणिकाम्ल बनसकता है।



उ₂ + रु₂ = २ उरु

अरुणिदोंको संपृक्त अम्लोंके साथ गरम करने पर भी उ-अरुणिकाम्ल नहीं मिल सकता है।

इसके बनानेको सबसे सरल विधि यह है कि २० ग्राम लाल स्फुर लो और उसमें ४० ग्राम पानी डालकर गूँथ लो। मिश्रणको एक बड़ी काँचकी कुप्पी (Flask) में रखो। और ४० घन. श. मी. अरुणिन् सावधानी से बूंदबूंदकरके कीप द्वारा टपकाओ। ऐसा करनेसे उद अरुणिकाम्ल गैस निकलेगी। इस गैसको इकट्ठा करने के पूर्व एक चूल्हाकार नली (U-tube) में प्रवाहित करो जिसमें काँचके छर्रे और लालस्फुरके टुकड़े रखे हों। ऐसा करने से अवशिष्ट अरुणिन् दूर हो जायगा। गैसको अब शुष्क बेलन (Jar) में भरलो। जब बेलनके मुंह परसे अम्लकी घनी वाष्पें निकलनी आरंभ हों तो समझना चाहिये कि बेलन गैससे भरगया है इस प्रयोगमें बड़ी ही सावधानी रखनी चाहिये क्योंकि थोड़ीसी भी दुर्घटनासे दुष्परिणाम होनेकी आशंका है। इस प्रयोगमें प्रक्रिया इस प्रकार है: –



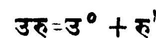
स्फु + ५ रु + ४ उ₂ओ=५ उरु + उ₃स्फु ओ₄

उ₃स्फुओ₄ स्फुरिकाम्ल है।

उद अरुणिकाम्लके गुण—यह बेरंगका वायव्य है पर वायुके संयोगसे इसमें घनी वाष्पें उठने लगती हैं। पानीमें घुलकर यह बेरंगका घोल देता है। इसका द्रवांक—८६°श. और क्वथनांक– ६८'७° है। क्वथनांक पर द्रव अम्लका घनत्व २.१६ है। वायव्यका सामान्य घनत्व ३.६४४ ग्राम प्रति लीटर है।

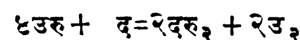
संगठन—उदहरिकाम्लके समान इसके विषयमें भी यह दिखाया जासकता है कि इसमें आधा भाग अरुणिन् और आधा भाग उदजन है। उदअरुणिकाम्लका वाष्पघनत्व ४०.४५ है अतः इसका अणुभार ८०.९ हुआ। अर्थात् २२.४ लीटर अम्लवायव्य का भार ८०.९ ग्राम है। इतने अम्लमें ११.२ लीटर उदजन है जिसका भार १ ग्राम हुआ। इस प्रकार ८०.९ ग्राम अम्लमें १ ग्राम उदजन और ७९.९ ग्राम अरुणिन् हुआ। अरुणिन्का परमाणुभार ७९.२ है। और उदजनका परमाणुभार १ है। अतः अम्लका सूत्र 'उरु' हुआ अर्थात् इसके एक अणुमें एक परमाणु उदजनका और एक अरुणिन् का है।

अरुणिद—जिस प्रकार उदहरिकाम्लमें उदजन परमाणुके स्थानमें धातुओंके परमाणु स्थापित करनेसे हरिद बनते हैं उसी प्रकार उद अरुणिकाम्लसे, अरुणिद बनसकते हैं। घोलमें उद-अरुणिकाम्लमें इस प्रकार पृथक्करण होता है—



उरु=उ° + रु'

इसमें लोहम्, दस्तम् आदि धातु घुलजाते हैं और उदजन निकलने लगता है।—



२उरु + द=दरु₂ + उ₂

अम्लमें धातुओंके ओषिद, उदौषिद, या कर्बनेत डालनेसे भी अरुणिद बनसकते हैं—

खओ + २उरु = खरु$_2$ + उ$_2$ओ

पांओउ + उरु = पांरु + उ$_2$ओ

सै$_2$कओ$_3$ + २उरु = २सैरु + उ$_2$ओ + कओ$_2$

रजत नोषेत के साथ प्रत्येक अरुणिदका घोल पीला अवक्षेप देता है क्योंकि अनघुल रजत अरुणिद पीला होता है—

सैरु + रनोओ$_3$ = ररु + सैनोओ$_3$

पांशुज नैलिदपर अरुणिन्‌के प्रभावसे पांशुज अरुणिद बनता है और नैलिन् वायव्य पृथक् होता है—

२पांनै + रु$_2$ = २पांरु + नै$_2$

उद्‌नैलिकाम्ल

अरुणिन् उद्‌जनसे हरिन्‌की अपेक्षा कठिनाईसे संयुक्त होता है। संयोगके लिये ३०० के ऊपरका तापक्रम चाहिये। पर नैलिन् उद्‌जनसे और भी अधिक कठिनाईसे संयुक्त होता है। उद्‌जन और नैलिनके मिश्रणमें चाहे विद्युत् की चिनगारियाँ प्रवाहितकी जायं चाहें दग्धकसे गरम किया जाय तब भी संयोग नहीं होता है। रक्त-तप्त नलीमें मिश्रणको प्रवाहित करने पर भी बहुतही कम संयोग होता है। अतः उद्‌नैलिकाम्ल बनानेकी एक दूसरी विधि निकाली गई है। इस कामके लिये नैलिदों पर अम्लका प्रभाव देखना चाहिये।

पर सब अम्ल इस कामके भी नहीं हैं गन्धकाम्ल काममें नहीं लाया जा सकता है क्योंकि यह उद्‌नैलिकाम्लका ओषदीकरण कर देता है और नैलिन् तथा उद्‌गन्धिद प्राप्त होता है।

उ$_2$गओ$_4$ + २पांनै = पां$_2$गओ$_4$ + २उनै

८उनै + उ$_2$गओ$_4$ = उ$_2$ग + ४उ$_2$ओ + ४नै$_2$

यही अवस्था नोषिकाम्लसे होती है। अतः इस कामके लिये स्फुरिकाम्ल, उ$_3$स्फुओ$_4$ का उपयोग होता है। प्रक्रिया इस प्रकार है:—

उ$_3$स्फुओ$_4$ + ३पांनै = पां$_3$स्फुओ$_4$ + ३उनै

इस प्रयोगके लिये परख-नलीमें थोड़ा सा पिसा हुआ पांशुज नैलिद लो और हैमस्फुरिकाम्लका चूर्ण इसमें मिलाकर थोड़ासा गरम करो। उद्‌नैलिकाम्ल वायव्य निकलेगा। पर यदि बहुत जोरसे गरम किया जायगा तो नैलिन् निकलने लगेगा।

इसके बनानेके एक आसान विधि है जो अरुणिन्‌के बनानेमें भी काममें लायी गई थी। एक बड़ी कुप्पीमें ४ ग्राम स्फुर और २० ग्राम नैलिन् लेकर हिलाओ और ऊपर कीपसे धीरे धीरे १५ ग्राम के लगभग पानी गिराओ। वायव्य बड़ी शीघ्रतासे निकलने लगता है। अतः इसे बर्फके ठंडे पानीमें रख कर ठण्डा कर लेना चाहिये। कुप्पीमें वाहकनली लगाओ और इसे चूल्हाकार नलीसे संयुक्त कर दो। इस चूल्हाकार नलीमें कांचके छर्रे और लाल स्फुरके टुकड़े रख दो और इस नलीको गैस भरनेके बेलनसे संयुक्त करके उद्‌नैलिकाम्ल संचित करलो इस प्रयोगकी प्रक्रिया इस प्रकार है:—

२स्फु + ५नै$_2$ + ८उ$_2$ओ = १०उनै + २उ$_3$स्फुओ$_4$

पानीमें नैलिन्‌का संपृक्त घोल बनाकर उद्‌जन गन्धिद उ$_2$ग वायव्य प्रवाहित करनेसे भी उद्‌नैलिकाम्ल बन सकता है।

उ$_2$ग + नै$_2$ = २उनै + ग

पर इस प्रकार थोड़ासा ही अम्ल उत्पन्न किया जा सकता है क्योंकि उद्‌नैलिकाम्ल और गन्धकके प्रभावसे उद्‌जन गन्धिद और नैलिन् फिर बन जाता है—

२उनै + ग = उ$_2$ग + नै$_2$

तात्पर्य यह है कि प्रक्रिया उलट जाती है। पहली वाली प्रक्रियामें ज्यों ज्यों गन्धक अधिक उत्पन्न होता जाता है, त्यों त्यों दूसरी प्रक्रिया बलवती होती जाती है और पहली प्रक्रिया धीमी पड़ती जाती है थोड़ी देरके बाद प्रक्रिया दोनों ओरसे सममापित होजाती है इस सममापन (equilibrium) की अवस्थामें फिर अधिक उद्‌नैलिकाम्ल नहीं बन सकता है। ऐसी प्रक्रियाको विपर्यय्य (reversible) प्रक्रिया कहते हैं

इसके गुण — उद्‌नैलिकाम्ल बेरंग वायव्य है पर यह वायुके सम्पर्कमें घनी वाष्पें देता है। यह जलमें अत्यन्त घुलनशील है १०°श पर एक भाग जलमें ४.५ भाग तक यह घुल सकता है ०° श पर ४

वायुमंडलका दबाव डालनेसे यह द्रवी भूत होसकता है। इसका कथनांक-१५.५° और द्रवांक—५०.५° है।

यह उदहरिकाम्लके समान प्रभावशाली अम्ल है। यदि शुष्क अम्लमें शुष्क ओषजन मिलाकर धूपमें रख दिया जाय तोयह विभाजित होजाता है:—

ओ$_2$ + ४ उनै = २ उ$_2$ ओ + २ नै$_2$

वैसेभी धीरे धीरे यह सूर्य्यके प्रकाशसे विभाजित होने लगता है यहाँ तक कि १० दिनके पश्चात् केवल ४० प्रति शत रहजाता है और सालभरके पश्चात् केवल १ प्रति शतक—

२उनै ⇌ उ$_2$ + नै$_2$

यदि इस अम्लमें कांचकी गरम छड़ रखो जाय तो यह विभाजित हो जाता है और नैलिन् निकलने लगता है।

संगठन—सैन्धक-पारद मिश्रण (अमलगम) इसको विभाजित करदेता है—

२ उनै + २सै = सै नै + उ$_2$

इस प्रयोगके करनेपर पता चलता है कि इस अम्ल में आयतनके हिसाबसे आधा भाग उदजनका है और आधा नैलिन्का। इसका वाष्प घनत्व ६४ है अतः इसका अणुभार ६४ × २=१२८ हुआ।

अतः २२.४ लीटर अम्लीय वायव्यका भार १२८ ग्राम हुआ। इसमें ११.२ लीटर उदजन है जिसका भार १ ग्राम है। अतः २२.४ लीटर अम्लमें १२७ ग्राम नैलिन् होगा। नैलिन्का परमाणुभार १२७ निकाला गया है अतः अम्लका सूत्र 'उनै' हुआ, इसके एक अणुमें एक परमाणु उदजनका और एक परमाणु नैलिन्का है।

नैलिद—नैलिन् अनेक धातुओंमें संयुक्त होकर नैलिद बनाता है इनमेंसे बहुतसे नैलिद जलमें घुलनशील हैं। पर पारदम्, रजतम् तथा सीसम्के नैलिद अनघुल हैं। परखनलीमें थोड़ासा पारा और नैलिन् लेकर गरम करो। नारंगी रंगका सुन्दर पारदनैलिद बन जावेगा।

पांशुज नैलिदको रजत नोषेत में डालो। रजत नैलिदका पीला अवक्षेप प्राप्त होगा।—

रनोओ$_3$ + पांनै = रनै + पांनोओ$_3$

प्रत्येक नैलिदका घोल रजत नोषेतके साथ पीला अवक्षेप देता है।

पारदिक हरिदमें पांशुज नैलिद डालनेसे लाल अवक्षेप प्राप्त होगा— पाह$_2$ + २पांनै=पानै$_2$ + २पांह

सीसम् नोषेतमें पांशुजनैलिद डालनेसे पीला अवक्षेप प्राप्त होगा—

सी(नोओ$_3$)$_2$ + २पांनै=सीनै$_2$ + २पांनोओ$_3$

पांशुज हरेत और पांशुज-उपहरित

जब पाँशुज उदौषिदके संपृक्त घोलमें हरिन् वायव्य प्रवाहित किया जाता है तो यह बहुत शीघ्र अभिशोषित होजाता है और घोल गरम होजाता है। थोड़ीदेरके पश्चात् श्वेत रवेदार अवक्षेप दिखाई देने लगता है। अवक्षेप छान, धोऔर सुखाकर शुद्ध किया जासकता है। यह पांशुज हरेत पांहओ$_3$का अवक्षेप है :—

३ह$_2$ + ६पांओउ=५पांह + पांहओ$_3$ + ३उ$_2$ओ

पांशुज हरेत-गरम करने पर ओषजन देता है—

२पांहओ$_3$=२पांह + ३ ओ$_2$

यह पांशुज हरिदके समान रजतनोषेतसे अवक्षेप नहीं देता। पर इसके अवकरण करनेपर पर यदि रजतनोषेत डाला जायतो अवक्षेप प्राप्त होगा। एक परखनलीमें पांशुजहरेत लो और इसमें एक टुकड़ा दस्तम्का और थोड़ासा हलका गन्धकाम्ल डालो। गन्धकाम्ल दस्तम्के साथ उदजन देगा और यह उदजन पांशुजहरेतको आक्रमण करके पांशुजहरिदमें परिणत करदेगा।—

पांहओ$_3$ + ३उ$_2$=पांह + ३उ$_2$ओ

यह पांशुज हरिद रजतनोषेतके साथ रजत हरिदका अवक्षेप देदेता है। यही काम सैन्धक गन्धित और नोषिकाम्लसे लिया जा सकता है -

पांहओ$_3$ + ३सै$_2$गओ$_3$=पांह + ३सै$_2$गओ$_4$

नलीमें पांशुज हरेत, सैन्धक गन्धित, नोषिकाम्ल और रजतनोषेत डालकर गरम करो। ऐसा करनेसे श्वेत अवक्षेप दिखाई पड़ेगा।

यह कहा जा चुका है कि पांशुजहरेत बनानेके लिये संपृक्त पांशुज उदौषिदके घोलमें हरिन् प्रवाहित की जाती है। पर यदि पांशुज उदौषिदके ठंडे-हलके घोल में हरिन् प्रवाहित करें तो एक दूसरा यौगिक बनता है जिसे पांशुजउपहरित पां ह ओ, कहते हैं—

ह$_2$ + २पां ओ उ = पां ह + पां ह ओ + उ$_2$ ओ

यह यौगिक पानीमें अत्यन्त घुलनशील है अतः हरेतके समान इसका अवक्षेप प्राप्त नहीं होता है। यह अस्थायी है और यदि इसका घोल उबाला जायगा तो यह विभाजित हो जायगा। उबालकर सुखा देनेपर यह पांशुज हरेतमें परिणत हो जाता है :—

३ पां ह ओ = २ पां ह + पां ह ओ$_3$

यही नहीं, यह यौगिक वायुके कर्बनिकाम्लसेभी विभाजित हो जाता है। अतः यह शुद्ध रूपमें नहीं प्राप्त हो सकता है। यह अपने ओषजनको अत्यन्त शीघ्र त्याग कर देता है। मांगनीज गन्धेतके साथ यह काला अवक्षेप देता है क्योंकि मांगनीज गन्धेत ओषिदमें परिणत हो जाता है। इस प्रयोगके लिये एक परख-नलीमें पांशुजउपहरितका घोल और थोड़ासा सैन्धक उदौषिद लो और मांगनीज गन्धेत डालो। फ़ौरन काला अवक्षेप दिखाई पड़ेगा।

पांशुज हरेतका घोल मांगनीज गन्धेत और सैन्धक गन्धेतके साथ मांगनस उदौषिदका श्वेत अवक्षेप देता है।

पांशुज नैलेत और अरुणेत

१० प्रति शतक पांशुज उदौषिदके घोलमें नैलिन्के कुछ रवे डालो। और फौरनही मांगनीज गन्धेतकी बून्द डालदो, काला भूरासा अवक्षेप दिखाई पड़ेगा। पांशुज उपहरितके समान यहाँ भी पांशुजउपनैलित बना है। पर पांशुज उपनैलित उपहरितकी अपेक्षा अधिकक्षणभंगुर है। यदि नैलिन् और पांशुज उदौषिदके घोलको गरमकरके मांगनीज गन्धेत डाला जाय तो काले अवक्षेपके स्थान में श्वेत अवक्षेप आवेगा जैसा हरेतके साथ आया था क्योंकि ऐसा करनेसे पांशुज नैलेत पां नै ओ$_3$ बन गया है।

३नै$_2$ + ६ पां उ ओ = पां नै ओ$_3$ + ५ पां नै + ३उ$_2$ओ

यह जलमें बहुत कम घुलनशील है और गरम करने पर पांशुज हरेतके समान ओषजन देता है।

२ पां नै ओ$_3$ = पां नै + ३ ओ$_2$

पांशुज हरेतको नैलिन्के साथ गरम करनेसेभी, पांशुज नैलेत प्राप्त हो सकता है।

२ पां ह ओ$_3$ + नै$_2$ = २ पां नै ओ$_3$ + ह$_2$

नैलिन् हरिन्का स्थान ले लेता है, हरिन् भी नैलिन्से संयुक्त होकर एक द्रव यौगिक नैलिन्-एक-हरिद देता है।

ह$_2$ + नै$_2$ = २ नै ह

पांशुज अरुणेत, पां रु ओ$_3$ भी नैलेतके समान संपृक्त पांशुजउदौषिदके घोलमें अरुणिन् डालनेसे बन सकता है और उसके भी वैसे ही गुण होते हैं।

उपहरसाम्ल और हरिकाम्ल

हलके ठण्डे पांशुज उदौषिदमें हरिन्के प्रवाहित करनेसे जो घोल आया था, उसमें थोड़ा सा अम्ल डालनेसे उपहरसाम्ल, उह ओ, जनित होता है और यह स्रवित किया जा सकता है। पर अधिक अम्लके डालनेसे पहले तो उदहरिकाम्ल और उपहरसाम्ल जनित होते हैं पर वे एक दूसरेके प्रभावसे विभाजित होकर हरिन् देते हैं।

उह + उह ओ = उ$_2$ ओ + ह$_2$

रंग विनाशक चूर्ण ख ओ ह, पर हलके नोषिकाम्लके प्रभावसे उपहरसाम्ल अच्छी तरह बनाया जा सकता है। यह जब पानीमें घुलता है तब खटिकहरिद और खटिक उपहरित देता है।

२ ख ओ ह$_2$ = ख ह$_2$ + ख (ओह)$_2$

चूनेके घोलमें हरिन् प्रवाहित करनेसे भी यही बनता है। इसमें पांच प्रतिशत नोषिकाम्ल की बूंद बूँद करके समुचित मात्रा डालो और घोलको हिलाते जाओ। ऐसा करनेसे उपहरसाम्ल जनित होगा जो स्रवित किया जा सकता है।

ख (ओ ह$_2$) + २उ नो ओ$_3$ = ख (नो ओ$_3$)$_2$ + २ उह ओ

यह अम्ल भी हरिन्‌के समान पत्तियों आदिके रङ्ग को उड़ा सकता है। क्योंकि यह अपने ओषजन का त्याग बड़ी शीघ्रतासे कर देता है और रंग का ओषदीकरण हो जाता है।

हरिन-एक-ओषिद, $ह_2$ ओ—पारद्‌क ओषिद पा ओ के अवक्षेप पर यदि हरिन्‌ प्रवाहित किया जाय तो भूरे पीले वर्ण का एक वायव्य जनित होगा जो ठंडा करके द्रवीभूत किया जा सकता है। इसे हरिन्‌-एक-ओषिद कहते हैं।

$$पाओ + २ ह_2 = पा ह_2 + ह_2 ओ$$

पर यदि इस प्रक्रियामें जलभी उपस्थित हो तो उपहरसाम्ल ही उत्पन्न होगा।

$$पा ओ + २ ह_2 + उ_2 ओ = पा ह_2 + उ_2 ओ ह$$

हरिन्‌-एक-ओषिद पानी के साथ उपहरसाम्ल देता है।

$$ह_2 ओ + उ_2 ओ = २ उ ओ ह$$

हरिकाम्ल उ ह ओ $_3$ -यह अम्ल भी शुद्ध रूपमें नहीं प्राप्त हो सकता है क्योंकि संपृक्त घोलमें यह विभाजित हो जाता है। भार हरेत के घोलमें गन्धकाम्ल डालकर इसका हलका घोल बनाया जा सकता है।

$$भ (ह ओ_3)_2 + उ_2 ग ओ_4 = भ ग ओ_4 + २ उ ह ओ_3$$

इस अम्लके लवणों को हरेत कहते हैं, जो गरम करने पर ओषजन और हरिदोंमें विभाजित हो जाते हैं। पांशुज हरेतको गन्धकाम्लके साथ थोड़ा सा गरम करने पर हरिन्‌परोषिद, ह $ओ_2$, गैस बनती है जो प्रबलतासे ओषदीकरण कर सकती है।

$$३ उ ह ओ_3 = उ ह ओ_4 + २ ह ओ_2 + उ_2 ओ$$

परहरिकाम्ल उ ह $ओ_4$

जब पांशुज हरेत गरम किया जाता है। तो यह पिघल कर पहले द्रव हो जाता है और शीघ्रतासे ओषजन देने लगता है। थोड़ी देर के बाद द्रव गाढ़ा होजाता है। इस समय यह पांशुज परहरेत पां ह $ओ_4$ के रूपमें होता है। इसमें कुछ पांशुज हरेत और हरिद भी मिले रहते हैं।

$$१० पां ह ओ_3 = ६ पां ह ओ_4 + ३ ओ_2 + ४ पां ह$$

हरेत और हरिद अलग करनेके लिये गाढ़े पदार्थ को पीसकर संपृक्त उदहरिकाम्लमें तब तक उबालते हैं, जब हरिन्‌ का निकलना बन्द नहीं होजाता है। ठण्डे पानीसे धोकर सम्पूर्ण हरिद अलग किया जा सकता है।

परहरेत अनेक गुणोंमें हरेतसे मिलता जुलता है। यह गरम करनेपर ओषजन देता है और दस्तम्‌ और गन्धकाम्लके संसर्गसे अवकृत होजाता है। पर दोनों में भेद यह है कि परहरेत गन्धसाम्ल (या सैन्धक गन्धित) से अवकृत नहीं होता है और न यह उदहरिकाम्लसे विभाजित होता है।

पांशुज पर हरेत को तीव्र गन्धकाम्लसे गरम करने पर परहरिकाम्ल उ ह $ओ_4$ उत्पन्न होता है जो स्थायी द्रव है और स्रवित किया जा सकता है। इसके अन्दर कागज़ या लकड़ी डाली जाय तो जलने लगेगी।

नैलिकाम्ल और पर नैलिकाम्ल

नैलिकाम्ल उने ओ$_3$ हरिकाम्लकी अपेक्षा अधिक स्थायी है। अतः यह तीव्र नोषिकाम्ल और नैलिन्‌के संसर्ग से उत्पन्न हो सकता है इस प्रक्रियोंमें नोषिक ओषिदकी उत्पत्तिके कारण बहुतसे भूरी वाष्पें उठेंगी। जब ये बन्द हो जायँ तो घोलको गरम करके सुखा लो। सफेद नैलिकाम्ल रह जायगा जो पानीमें घुलनशील है।

$$३ नै_2 + १० उ नो ओ_3 = ६ उ नै ओ_3 + १० नो ओ + २ उ_2 ओ$$

पानीमें नैलिन्‌ डालकर हरिन्‌ प्रवाहित करनेसे भी नैलिकाम्ल बनता है।

$$नै_2 + ५ ह_2 + ६ उ_2 ओ = २ उ नै ओ_3 + १० उ ह$$

इस अम्ल को गरम करनेसे नैलिन्‌ पंचोषिद बनता है।

$$२ उ नै ओ_3 = नै_2 ओ_5 + उ_2 ओ$$

और अधिक गरम करनेसे पंचोषिद भी विभाजित होजाता है।

$$२ नै_2 ओ_5 = २ नै_2 + ५ ओ_2$$

परनैलिकाम्ल उ नै ओ$_4$—भारपरनैलेत नैलेतसे उसी प्रकार बनाया जा सकता है जैसे हरेतसे पांशुज-पर हरेत बनाया गया था।

भार-पर-नैलेतसे अन्य पर-नैलेत पारस्परिक-विनिमयसे बनाये जासकते हैं। नैलेतको सैन्धक उदौषिदमें घोलकर हरिन् प्रवाहित करनेसे भौपरनैलेत बनाये जासकते हैं :—

सैनैओ$_3$ + ह$_2$ + $_3$सैओउ=सैनैओ$_4$ + उ$_2$ओ + २सैह

भार-पर-नैलेत पर गन्धकाम्लका प्रभाव डालनेसे पर-नैलिकाम्ल उत्पन्न हो सकता है—

भ(नैओ$_4$)$_2$ + उ$_2$गओ$_4$=२उनैओ$_4$ + भगओ$_4$

पर हरेत पर नैलिन् के प्रभावसे भी यह उत्पन्न किया जासकता है—

२उहओ$_4$ + नै$_2$= २उ नैओ$_4$ + ह$_2$

यह अम्ल सफ़ेद रवेदार ठोस है जो गरम करने पर जल, ओषजन, और नैल पंचोषिदमें परिणत हो जाता है—

२उनैओ$_4$=उ$_2$ओ + नै$_2$ओ$_5$ + ओ$_2$

अरुणिन् भी अरुणिकाम्ल, उरुओ$_4$, देता है जो गुणोंमें हरिकाम्लके समान है परइसका परअरुणिकाम्ल नहीं पाया गया है।

रङ्ग विनाशक चूर्ण।

हरिन् गैसको बुझे हुए चूनेमें प्रवाहित करनेसे एक पदार्थ उपलब्ध होता है जिसका उपयोग रङ्गोंके उड़ानेमें किया जाता है। यह पदार्थ रङ्ग विनाशक चूर्ण कहलाता है—प्रक्रिया इस प्रकार है—

ख (ओ उ)$_2$ + ह$_2$ =ख ओ ह$_2$ + उ$_2$ ओ

रङ्ग विनाशक चूर्णको व्यापारिक मात्रामें तैयार करने के लिए वायव्य हरिन् का बनाना सबसे पहिले आवश्यक है। इसके बनानेकी दो मुख्य विधियां हैं—१. वैल्डनकी विधि, २. डीकन की विधि, इन दोनों विधियोंका सूक्ष्म वृत्तान्त यहां दिया जाता है:—

१. वैल्डनकी विधि—इस विधिमें मांगनीज़ द्विओषिद पर उदहरिकाम्ल के प्रभावसे हरिन् गैस बनाई

मा ओ$_2$ + ४ उ ह = माह$_2$ + २ उ$_2$ओ + ह$_2$

जब प्रक्रिया समाप्त हो जाती है, तो अवशिष्ट उदहरिकाम्लको सैन्धककर्बनेतसे शिथिल कर लेते हैं और फिर मांगनीज़ हरिदमें चूनेका पानी आवश्यकता से अधिक डालते हैं। इस प्रकार मांगनीज़ हरिद मांगनस-उदौषिदमें परिणत हो जाता है—

माह$_2$ + ख (ओ उ)$_2$=खह$_2$ + मा (ओ उ)$_2$

मांगनस उदौषिदको फिर एक बेलनाकार बर्तन में रखते हैं जिसे ओषदनारक कहते हैं यहां यह धीरे धीरे भापसे गरम किया जाता है, और इस पर वायु प्रवाहितकी जाती है। वायुके ओषजन द्वारा यह मांगनीज़ द्विओषिदमें परिणत हो जाता है—

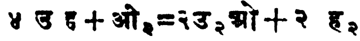
मा (ओ उ)$_2$ + ओ= मा ओ$_2$ + उ$_2$ ओ

यह मांगनीज द्विओषिद फिर हरिन् गैसके बनानेमें उपयुक्त किया जा सकता है। इस विधिमें उदहरिकाम्लसे केवल आधा भाग हरिन् मिल सकता है, शेष आधा भाग हरिन् खटिकहरिद बनानेके काममें आता है जो व्यापारिक दृष्टिसे बहुत अधिक उपयोगी नहीं है।

अस्तु, इस प्रकार उत्पन्न किया हुआ हरिन् सीसम् धातुके बने हुए बड़े बड़े कमरोंमें प्रवाहित किया जाता है। इन कमरोंके धरातल पर बुझे हुए चूनेकी ३-४ इञ्च मोटी तह क्यारियोंके रूपमें लगी होती है। ज्योंही कमरेकी सब वायु निकल जाती है और कमरा पूर्णतः हरिन्से भर जाता है, इसे २४ घण्टेके लिए बन्द कर देते हैं। यदि आवश्यकता पड़े तो समय समय पर और अधिक हरिन् प्रवाहित करके बुझे हुए चूने को हरिन्से संयुक्त कर लेते हैं। इसके बाद कमरे में वायु प्रवाहित करके अवशिष्ट हरिन् दूसरे कमरेके चूने पर प्रवाहित कर लेते हैं। रङ्ग विनाशक चूर्ण निकाल लिया जाता है। यह चूर्ण अम्लोंके प्रभावसे ३६-३८ प्रतिशत तक हरिन् देता है।

२—डीकन की विधि—साधारण नमक पर गंधकाम्लके प्रभाव द्वारा जनित उदहरिकाम्ल वायव्यको पानी में घोलनेके बजाय वायुमें मिला दिया जाता है। इसे

शुष्क और गरम करनेके उपरांत लोहेके गरम बेलनों में होकर प्रवाहित करते हैं। इन बेलनों में ईंटोंके टुकड़े होते हैं जिनमें ताम्रिक हरिद, $ताह_2$ अभिशोषित रहता है। इस अवस्था में उदहरिकाम्ल वायु के ओषजन द्वारा प्रभावित होकर हरिन् दे देता है—



$$४ उ ह + ओ_2 = २ उ_2 ओ + २ ह_2$$

जिस प्रकार पांशुज-हरेतसे ओषजन शीघ्रता और सरलतासे प्राप्त करनेके लिये मांगनीज द्विओषिद उत्प्रेरक के रूप में डालते हैं उसी प्रकार ताम्रिक हरिद भी उपयुक्त प्रक्रिया में उत्प्रेरक का काम करता है। इस प्रक्रियाको उत्प्रेरण (Catalysis) कहते हैं। इन उत्प्रेरकों का काम प्रक्रिया की प्रगति को बढ़ा देना है। इनमें स्वयं कोई प्रत्यक्ष परिवर्तन नहीं होता है अतः थोड़ी सी ही मात्रा में रहते हुए भी यह पदार्थों की बहुतसी मात्राओं पर प्रभाव डाल सकते हैं।

अपरिवर्तित उदहरिकाम्लको पानीकी बौछारों से धोकर पृथक् कर लिया जाता है और शेष गैसों (हरिन् वायु मिश्रण) को बुझे हुए चूनेकी पतली सतहों पर प्रवाहित करते हैं। इस गैस मिश्रण में केवल ५·७ प्रतिशत ही हरिन् गैस होता है।

रंग विनाशक चूर्ण जब पानीमें घोला जाता है तो यह खटिक हरिद, $ख ह_2$ और खटिक उपहरित $ख (ओ ह)_2$ में परिणत हो जाता है—



$$२ ख ओह_2 = ख ह_2 + ख (ओ ह)_2$$

पर ठोस पदार्थमें इन दोनों यौगिकोंके मिश्रित गुण नहीं हैं, इनका संगठन ह. ख. ओ ह समझना चाहिये।

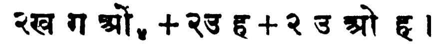
रंग विनाशकी प्रक्रिया इस प्रकार है—जिस कपड़े का रंग उड़ाना हो उसे पहले क्षारसे धो लो और फिर इसे रङ्ग विनाशक चूर्णके हलके घोल में डुबोओ। खटिक उपहरित ओषदकारक है। यह कपड़ेके रङ्ग का ओषदीकरण कर देगा और स्वयम् खटिक हरिद में परिणत हो जायगा।



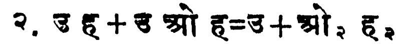
$$ख (ओ ह)_2 = ख ह_2 + ओ_2$$

यदि कपड़ा पहले अम्लसे धो लिया जाय तो रङ्ग विनाश प्रक्रिया और भी जोरोंसे होगी। अम्ल के प्रभाव से उदहरिकाम्ल और उपहरसाम्ल उत्पन्न होंगे जो परस्पर संयुक्त होकर हरिन् मुक्त करेंगे। यह हरिन् यथानुसार रङ्गका ओषदीकरण कर देगा।





$$१.\ ख ह_2 + ख (ओ ह)_2 + २ उ_2 ग ओ_4 = २ ख ग ओ_4 + २ उ ह + २ उ ओ ह।$$



$$२.\ उ ह + उ ओ ह = उ + ओ_2 ह_2$$



आठवाँ अध्याय

ओषजन

प्राप्ति स्थान



वर्त संविभागमें छठे समूहमें सबसे पहला तत्त्व ओषजन है। वायुमण्डलमें ओषजन तथा नोषजन नामक दो वायव्योंका मिश्रण है। इसमें लगभग २१ प्रतिशतकके ओषजनकी मात्रा है। यह मात्रा भिन्न भिन्न स्थानोंमें भिन्न भिन्न है। यह कहा जाचुका है कि भूमण्डलपर तीन चौथाई पानीका भाग है। पानीमें ८ भाग ओषजनके और १ भाग उद्जनका है। इससे पता चल सकता है कि समस्त संसारमें ओषजन किस अधिकतासे फैला हुआ है। इतनाही नहीं, खनिजोंके पदार्थोंमें और वनस्पति आदि आवश्यक वस्तुओंमें यह तत्त्व अन्य धातु आदि तत्वोंसे संयुक्त पाया जाता है।

उपलब्धि

सबसे पहले स्वीडन देश निवासी रसायनज्ञ शीलेने सं० १८२९ वि० में इस तत्त्वका अन्वेषण किया था। इसके पश्चात् प्रीस्टले नामक अंग्रेजी वैज्ञानिकने सं० १८३१ वि० में स्वतन्त्रतः इसकी खोजकी। इसके प्राप्त करनेकी अनेक विधि हैं जिनमेंसे कुछका यहाँ वर्णन दिया जायगा।

(१) ओषिदोंको गरम करनेसे—प्रीस्टलेने ओषजन इसी विधिसे प्राप्त किया था। दृढ़ काँचकी परखनलीमें थोड़ासा पारदिक ओषिद (सेंदुर), पाओ, लो और उसे गरम करो। थोड़ी देरमें नलीके शीतल किनारोंसे पारदकी बूँदें लगी हुई दिखाई पड़ेंगी और ओषजन गैस निकलने लगेगी। इसीगैसकी परीक्षा इसप्रकार की जाती है। एक सींकको दीपकसे जलाओ। सींक परकी जलती हुई लपटको बुझादो पर उसमें आगकी चिनगारी रहने दो। चिनगारी संयुक्त सींकको परख नलीके मुंहके पास लाओ। यदि मुंहमेंसे ओषजन

निकल रहा होगा तो सींक लपकके साथ जलने लगेगी। ओषजन प्रत्येक वस्तुके जलानेमें साधक होता है, यद्यपि यह स्वयं जलन शील नहीं है। इस प्रयोगमें प्रक्रिया इस प्रकार है—

$$२\ पा\ ओ = १\ पा + ओ_२$$

रजत ओषिदकोभी गरम करनेसे ओषजन मिल सकता है।

$$१\ र_२\ ओ = १\ र_२ + ओ_२$$

(२) जलके विद्युत् विश्लेषणसे—उद्‌जनका वृतान्त लिखते हुए यह कहा जाचुका है कि जलके विद्युत् विश्लेषणसे दो वायव्य प्राप्त होते हैं। एक उद्‌जन और दूसरा ओषजन।

$$२\ उ_२\ ओ = २\ उ_२ + ओ_२$$

इस प्रकार प्राप्त उद्‌जनके आयतनसे ओषजनका आयतन आधा होता है।

(३) हरेतके गरम करने से—पांशुज हरेतका वर्णन करते हुए कहा गया है कि इसके गरम करनेसे ओषजन प्राप्त होता है।

$$२\ पां\ ह\ ओ = २\ पांह + ३\ ओ_२$$

एक मोटी परख नलीमें पांशुज हरेतके रवे लो और उन्हें जोगेंसे गरम करो। ३५७° श पर पांशुजहरेत पिघलने लगेगा। ३८०° श तक गरम करने पर इसमेंसे ओषजनके बुदबुदे निकलने लगेंगे। चिनगारी संयुक्त सींक द्वारा ओषजनकी परीक्षा कीजा सकती है। नैलेत, अरुणेत, नोषेत आदि यौगिकोंकोभी गरम करनेसे ओषजन प्राप्त होसकता है। पर प्रयोग शालाओंमें पांशुज हरेतकाही अधिक उपयोग किया जाता है।

पांशुज हरेतको गरम करनेपर पांशुज हरिदके साथ साथ थोड़ा सा पांशुजपरहरेतभी बनता है जैसाकि निम्न समीकरणसे स्पष्ट है—

$$४\ पां\ ह\ ओ_३ = ३\ पांह\ ओ_४ + पां\ ह$$

पर और अधिक गरम करनेसे पर-हरेतभी ओषजन त्यागकर हरिदमें परिणत होजाता है—

$$पांह\ ओ_४ = पांह + २\ ओ_२$$

(४, पांशुज हरेत और मांगनीज़ द्विओषिदके मिश्रण को गरम करनेसे—अभी कहा जाचुका है कि ओषजन प्राप्त करनेसे लिये पांशुज हरेतको कमसे कम ३८०° श तक गरम करनेकी आवश्यकता है। इतने उच्च ताप क्रम तक गरम करने में अत्यन्त कठिनाई होती है और समय भी अधिक लगता है। अतः पांशुज हरेतसे सरलतया थोड़ासा गरम करके ओषजन प्राप्त करनेकी विधि निकाली गई है। यह इस प्रकार है।

एक मोटी परखनलीमें पांशुज हरेतका चूर्णलो और उसमें थोड़ासा मांगनीज़ द्विओषिद, मा ओ$_२$, का चूर्ण मिला दो।

परखनलीमें काग लगाकर एक वाहक नली लगाओ। इस नलीका बाहरी सिरा पानीकी एक टबमें डुबोओ और उसपर गैस भरनेके बेलन पानीसे भरकर उल्टे खड़े करदो (जैसेकि उद्‌जनके भरनेके लिये किया गया था)। परख नलीको ८ दग्धककी लौसे सावधानीसे गरम करो। थोड़ासा गरम करने परही ओषजन वायव्य समुचित मात्रामें निकलने लगेगा और वह बेलनोंमें भर जावेगा चिनगारी संयुक्त सींकसे ओषजनकी परीक्षा कीजासकती है जैसा विधि (१) में बताया गया है।

सावधानी—इस प्रयोगके करतेसमय एक सावधानी रखनेकी आवश्यकता है अन्यथा दुर्घटना होने कीआशंका है। वह यहकि मांगनीज़ द्विओषिदमें बहुधा पिसा हुआ कोयला मिला होता है। ऐसी अवस्थामें पांशुज हरेतके साथ गरम करने पर जोरका विस्फुटन होने लगता है। अतः पहले परख नलीमें थोड़ासा मिश्रण लेकर परीक्षा करलेनी चाहिये।

इस प्रयोगके करनेसे पता चलेगा कि मांगनीज़ द्विओषिदके मिला देनेसे प्रक्रिया बहुत आसानीसे थोड़ा गरम करनेपर ही होने लगती है। मांगनीज़ द्विओषिद क्या काम करता है, यह निश्चय पूर्वक कहना कठिन है। प्रक्रियाके पूर्व तथा बादके मिश्रण की परीक्षा करनेसे पता चलता है कि मांगनीज़ द्विओषिदमें कोई परिवर्त्तन नहीं हुआ है।

ऐसे पदार्थोंको जो अपनेमें बिना परिवर्त्तन लाये हुए किसी प्रक्रियाकी गतिको अति तीव्र कर

उत्प्रेरक कहते हैं। इस प्रकारके प्रभावका नाम उत्प्रेरण है (catalysis) है। उपर्युक्त प्रक्रियामें मांगनीज द्विओषिद् उत्प्रेरक है।

कुछ लोगोंका यह विचार है कि सम्पूर्ण प्रक्रिया इस प्रकार है—

२ पां ह ओ$_3$ + ४ मा ओ$_2$ = २ पां ह + २ मा$_2$ ओ$_7$
= २ पां ह + ४ मा ओ$_2$ + ३ ओ$_2$

(५) पांशुज-पर-मांगनेत, पांमा ओ$_4$ को २४०° श तक गरम करनेसे भी अत्यन्त शुद्ध ओषजन प्राप्त हो सकता है। ऐसी अवस्थामें प्रक्रिया द्वारा पांशुजमांगनेत प$_2$ मा ओ$_4$ भी बनता है—

२ पां मा ओ$_4$ = पां$_2$ मा ओ$_4$ + मा ओ$_2$ + ओ$_2$

गर्म करनेके पश्चात् बचे हुए चूर्णमें पानी डालनेसे हरा घोल प्राप्त होगा जो मांगनेतकी उत्पत्तिका सूचक है।

मांगनीज द्विओषिद् अकेलेको भी अगर खूब गरम किया जाय तो ओषजन मिल सकता है—

३ मां ओ$_2$ = मा$_3$ ओ$_4$ + ओ$_2$

पर इसे तीव्रगन्धकाम्लके साथ गरमकरनेसे ओषजन और आसानीसे प्राप्त होगा —

२ मा ओ$_2$ + २ उ$_2$ ग ओ$_4$ = २ मा ग ओ$_4$ + २ उ$_2$ ओ + ओ$_2$

(६) पांशुजद्विरागेत पां$_2$ रा$_2$ ओ$_7$ को तीव्र गन्धकाम्लके साथ गरम करनेसे भी ओषजन प्राप्त हो सकता है—प्रक्रिया इस प्रकार है—

पां$_2$ रा$_2$ ओ$_7$ + ३ उ$_2$ ग ओ$_4$
= पां$_2$ ग ओ$_4$ + रा$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ + ४ उ$_2$ ओ + ३ ओ

गर्म करनेसे पूर्व घोलका रङ्ग लाल था पर ओषजन त्याग करनेके पश्चात् मिश्रणका रंङ्ग पीलापन लिये हुए हो जाता है।

(७) वायुसे ओषजन प्राप्त करनेकी विधि—व्यापारिक मात्रामें ओषजन प्राप्त करनेके लिये वायुका सहारा लिया जाता है क्योंकि इसमें इस तत्वका इतना कोष विद्यमान है कि वह कभी समाप्त ही नहीं हो सकता। इस कामके लिये बहुधा किसी उचित पदार्थको वायुमें गरम करते हैं। ऐसा करनेसे यह पदार्थ वायुके ओषजनसे संयुक्त होकर ओषिद बनाता है। अन्य परिस्थितियोंमें गरम करनेपर यह यौगिक शुद्ध ओषजन त्याग देता है जो संचित कर लिया जाता है।

सं० १९५९ वि० तक ब्रिन-विधि से ओषजनका व्यापार होता था। इस विधिमें भार-ओषिद, भ ओ, को साधारणरक्त तप्त अवस्था तक गरम करते हैं। ऐसा करने से यह वायुसे ओषजन ग्रहण करके भार-पर ओषिद, भ ओ$_2$, परिणत हो जाता है। इसको फिर खूबरक्त तप्त करते है और यह ओषजन त्याग देता है जो संचित किया जा सकता है प्रक्रिया इस प्रकार है—

२ भ ओ + ओ$_2$ = २ भ ओ$_2$
२ भ ओ$_2$ = २ भ ओ + ओ$_2$

इस प्रकार समीकरणोंसे सिद्ध है कि यह प्रक्रिया विपर्य्येय है, इसको इस प्रकार लिख सकते हैं—

२ भ ओ + ओ$_2$ ⇌ २ भ ओ$_2$

किसी एक तापक्रमपर यह प्रकिया बायीं ओरसे दाहिनी ओर को जाती है। फिर दूसरे तापक्रमपर दाहिनी ओरसे बायीं ओरको। इसमें लाभ यह है कि थोड़ेसे भार-ओषिद को बार बार उपयोगमें ला सकते हैं।

भिन्न तापक्रमोंके उपयोग करने के स्थानमें बहुधा प्रयोग इस प्रकार किया जाता है—भार ओषिदके ऊपर अधिक दबाव के वायुको प्रवाहित करके गरम करते हैं। इस प्रकार भार ओषिद ओषजन लेकर पर-ओषिद बन जाता है। वायुमें नोषजन शेष रह जाता है जिसे पम्प द्वारा खींच कर अलग कर दिया जाता है। इसके बाद दबावको पम्पसे अति-क्षीण कर देते हैं। ऐसा करनेसे भार-पर-ओषिद उसी तापक्रमपर ओषजनका विसर्जन कर देता है। इसे गैसके बड़े बड़े मजबूत लोहेके पीपोंमें भर लेते हैं। इन पीपोंमें ओषजनका दबाव बहुत अधिक रक्खा जाता है।

आजकल ओषजनका व्यापार इस विधिसे नहीं होता है। अब इस कामके लिये पहले सम्पूर्ण वायुको द्रवीभूत कर लेते हैं। द्रव ओषजनका क्वथनांक -१८२·९° श है और द्रव नोषजनका क्वथनांक-१९५·७° श है द्रववायुको धीरे धीरे वाष्पीभूत होने देते है। नोषद

जन पहले वाष्पीभूत होने लगता है। इसकी वाष्पोंको पृथक् कर लेते हैं। द्रव ओषजन शेष रह जाता है जो बाजारोंमें द्रवावस्थामें ही बेचा जा सकता है।

ओषजन के गुण

यह बेरङ्गका स्वाद तथा गन्ध रहित वायव्य है। यह वायुकी अपेक्षा कुछ भारी है। इसका आपेक्षिक घनत्व १·१०४९३ (वायु=१) है। इसका परमाणु भार १६ और अणुभार ३२ है। एक लीटर ओषजनका सामान्यभार १·४२९ ग्राम है।

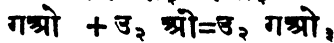
द्रव ओषजन का रङ्ग कुछ पीलापन लिये हुए नीला होता है। इसका क्वथनांक—१८३·००°श है और इस तापक्रमपर इसका घनत्व १·११८१ है ओषजनका विपुलतापक्रम—११८·७५° और विपुलदबाव ५०·२ वायुमंडल है। यह अत्यंत चुम्बकी होता है।

यदि द्रव ओषजनको द्रव उद्जनमें रखकर ठण्डा किया जाय तो यह ठोस हो जाता है। ठोस ओषजन नीले रंगका होता है। ओषजनका हिमांक १२ मि. मी. दबावपर—२१९°श है। और-२५२°५° तापक्रम पर इसका घनत्व १·४२५६ है।

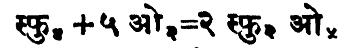
पदार्थों का ओषजन में जलना

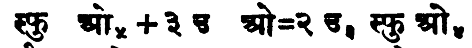
ओषजन पदार्थों के जलनेमें साधक होता है यद्यपि यह उद्जनके समान स्वयं नहीं जलता है। एक चमचेमें थोड़ासा गन्धक लेकर पिघलाओ और उसे जलाकर ओषजनके बेलनमें डालो। ऐसा करनेसे गन्धक औरभी तीव्रतासे जलने लगेगा। इसकी लपक चमकदार नीली होगी। गन्धक ओषजनमें जलकर गन्धक द्विओषिद, गओ$_2$, गैस देता है जो पानीमें घुलकर गन्धसाम्ल, उ$_2$ ग ओ$_3$, बनाती है—



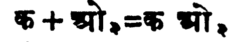


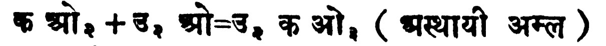
इसी प्रकारका प्रयोग स्फुरके साथ करो। चमचेमें थोड़ासा स्फुरका टुकड़ा जलाओ और इसे ओषजनके बेलनमें ले जाओ। यहाँ यह अति तीव्रतासे जलने लगेगा और चमकीली सफ़ेद रोशनी होगी। स्फुर पञ्चौषिदकी घनी वाष्पें निकलने लगेंगी। ये पानीमें घुलकर स्फुरिकाम्लकी देती है। स्फुरकाम्लकी द्योतकपत्रसे परीक्षाकी जासकती है।—

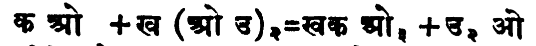




कर्बन वायुमें बहुत धीमा जलता है पर ओषजनमें यह बहुत तीव्रतासे जलता है। जलकर यह कर्बन द्विओषिद गैस देता है जो चूनेके पानीके साथ सफ़ेद अवक्षेप देती है—

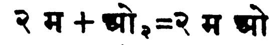


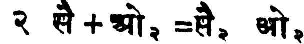


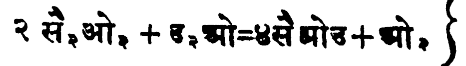


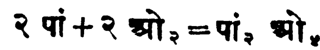
लोहे और, मगनीसम् के तार, सैन्धकम्, पांशुजम् आदि धातुएँभी ओषजनमें तीव्रतासे जलती हैं।—

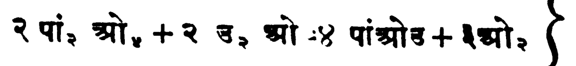












सैन्धकम् ओषजनमें जलकर सैन्धकपर ओषिद, सै$_2$ ओ$_2$ बनाता है जो पानीमें घुलनेपर सैन्धक उदौषिद परिणत होजाता है और उद्जन विसर्जन करदेता है। पांशुजम् ओषजनमें जलकर पांशुज चतुरोषिद, पां$_2$ ओ$_4$, बनाता है, यहभी पानीके साथ ओषजन विसर्जन करता है।

उद्जन भी ओषजनमें बड़ी तीव्रतासे जलता है। इस संयोगमें पानी उत्पन्न होता है—

पर यदि एक बड़े घड़ेमें उद्जन भरा हो और उसमें एक पतली नली द्वारा ओषजन प्रवाहित करें और नलीके मुंह पर दियासलाई जलाकर लावें तो ओषजन जलने लगेगा। इस प्रकार उद्जनके क्षेत्रमें ओषजन जल सकता है और ओषजनके क्षेत्रमें उद्जन। अतः 'जलनशील' और 'जलनेमें साधक' ये दोनों पद सापेक्षिक है।

यदि उद्जन और ओषजनका मिश्रण चूनेके टुकड़ेके संसर्गसे जलाया जावे तो बड़ी चमकीली सफेद रोशनी होती है।

ओषिद

लगभग सभी तत्व ओषजनसे संयुक्त हो सकते हैं। इस संयोगसे जो यौगिक बनते हैं उन्हें ओषिद कहते हैं। ओषिद तीन प्रकारके होते हैं—(अ) भस्मक ओषिद (आ) अम्लिक ओषिद (इ) परओषिद। धातुओंके ओषिद बहुधा भस्मिक होते हैं और जलके संयोगसे ये भस्मिक उदौषिद देते हैं। भस्मक उदौषिदोंको ही भस्म कहते हैं।

(अ) भस्मिक ओषिद—वे ओषिद भस्मिक ओषिद कहे जाते हैं जो पानीमें घुलकर भस्म बनाते हैं। ये भस्म लाल द्योतक-पत्र को नीला कर देते हैं इनके कुछ उदाहरण नीचे दिये जाते हैं—

ओषिद	उदौषिद रस्म
सैन्धक ओषिद, सै$_2$ओ + उ$_2$ओ = २ सै ओ उ	(कास्टिक सोडा)
पांशुज ओषिद, पां$_2$ + उ$_2$ ओ = २ पां ओ उ	(कास्टिक पोटाश)
खटिक ओषिद, ख ओ + उ$_2$ ओ = ख (ओ उ)$_2$	(चूनेका पानी)
भार ओषिद, भ ओ + उ$_2$ ओ = भ (ओ उ)$_2$	(भार उदौषिद)
लोहिक ओषिद, लो$_2$ओ$_3$ + ३ उ$_2$ओ = लो$_2$ (ओ उ)$_6$	(लोहिक उदौषिद)

(आ) अम्लिक ओषिद-वे ओषिद अम्लिक ओषिद कहे जाते है जो जलमें घुलकर अम्ल बनाते है। ये अम्ल नील-द्योतक पत्र को लाल कर देते हैं। इनके कुछ उदाहरण ये हैं:—

ओषिद	उदौषिद (अम्ल)
गन्धक द्वि ओषिद, ग ओ$_2$ + उ$_2$ ओ = उ$_2$ ग ओ$_3$	(गन्धसाम्ल)
गन्धक त्रिओषिद, ग ओ$_3$ + उ$_2$ ओ = उ$_2$ ग ओ$_4$	(गन्धकाम्ल)
कर्बन द्विओषिद, क ओ$_2$ + उ$_2$ ओ = उ$_2$ क ओ$_3$	(कर्बनिकाम्ल)
नोषजन-त्रिओषिद, नो$_2$ओ$_3$ + उ$_2$ ओ = २ उ नो ओ$_2$	(नोषसाम्ल)
नोषजन पंचोषिद, नो$_2$ ओ$_5$ + उ$_2$ ओ = २ उ नो ओ$_3$	(नोषिकाम्ल)
स्फुर पंचोषिद, स्फु$_2$ ओ$_5$ + ३ उ$_2$ ओ = २ उ$_3$ स्फु ओ$_4$	(स्फुरिकाम्ल)

अम्लिक ओषिदोंको कभी कभी अम्लोंके अनार्द्रिद भी कहते हैं। अनार्द्रिदका अर्थ जलरहित है

लवण—१. भस्म ओषिद और अम्लिक ओषिदके संयोगसे जो पदार्थ बनते हैं उन्हें लवण कहते हैं जैसे—

सै$_2$ ओ + ग ओ$_2$ = सै$_2$ ग ओ$_3$ – (सैन्धक गन्धित)

सै$_2$ ओ + ग ओ$_3$ = सै$_2$ ग ओ$_4$ – (सैन्धक गन्धत)

ख ओ + क ओ$_2$ = ख क ओ$_3$ – (खटिक कर्बनेत)

२. भस्म उदौषिद और अम्लिक ओषिदके संयोगसे भी लवण बन सकते हैं; अर्थात् भस्म और अम्लके संयोगसे इस प्रक्रियामें 'जल' पृथक् होता है—

२ सै ओ उ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = सै$_2$ ग ओ$_4$ + २ उ$_2$ ओ

ख (ओ उ)$_2$ + उ$_2$ क ओ$_3$ = ख क ओ$_3$ + २ उ$_2$ ओ

भ (ओ उ)$_2$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = भ ग ओ$_4$ + २ उ$_2$ ओ

३. कुछ लवण अम्ल और भस्मिक ओषिदके संसर्गसे भी बनते हैं—

ता ओ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = ता ग ओ$_4$ + उ$_2$ ओ

द ओ + २ उ ह = द ह$_2$ + उ$_2$ ओ

४. कुछ लवण धातुओं और अम्लोंके संसर्गसे बनते हैं:—

२ द + २ उ$_2$ ग ओ$_4$ = २ द ग ओ$_4$ + २ ह$_2$

२ म + ४ उ ह = २ म ह$_2$ + २ उ$_2$

(इ) पर-ओषिद—इन यौगिकोंमें पहले ओषिदोंकी अपेक्षा कुछ अधिक ओषजन विद्यमान रहता है। इनको गरम करने पर यह अधिक ओषजन पृथक् हो जाता है और साधारण ओषिद शेष रह जाते है जैसे—

२ भ ओ$_2$ = २ भ ओ + ओ$_2$

३ मा ओ$_2$ = मा$_3$ ओ$_4$ + ओ$_2$

२ सी ओ$_2$ = २ सी ओ + ओ$_2$

इन परौषिदों पर गन्धकाम्ल डालनेसे भी ओषजन निकलने लगता है और विसर्जित ओषिद अम्लके साथ संयुक्त होकर लवण बनाता है:—

२ मा ओ$_2$ + २ उ$_2$ ग ओ$_4$ = २ मा ग ओ$_4$ + २ उ$_2$ ओ + ओ$_2$

पर कभी कभी अम्लके संसर्गसे उदजन-परौषिद उ$_2$ ओ$_2$, नामक वायव्य निकलने लगता है जिसका वर्णन आगे किया जावेगा, यथा—

भ ओ$_2$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = उ$_2$ ओ$_2$ + भ ग ओ$_4$

गन्धकाम्लके स्थानमें यदि उदहरिकाम्लका उपयोग किया जाय तो हरिन् गैस जनित होती है—

मा ओ$_2$ + ४ उ ह = मा ह$_2$ + २ उ$_2$ ओ + ह$_2$

उदजन-पर-ओषिद

अभी ऊपर लिखा जाचुका है कि भार-परौषिदको हल्के गन्धकाम्लके साथ संसर्ग करनेसे उदजन परौषिद, उ$_2$ ओ$_2$ नामक वायव्य निकलता है—

भ ओ$_2$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = भ ग ओ$_4$ + उ$_2$ ओ$_2$

थैनर्ड नामक वैज्ञानिकने संवत् १८७५ वि० में सबसे पहले इसे प्राप्त किया था। गन्धकाम्लके स्थानमें उदहरिकाम्लभी लिया जासकता है।

जब सैन्धकम् का टुकड़ा शुद्ध ओषजनमें जलाया जाता है तो सैन्धक-परौषिद बनता है। यह यौगिक भी उदहरिकाम्लके साथ उदजन परौषिद देता है।

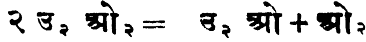
सै$_2$ ओ$_2$ + २ उह = २ सैह + उ$_2$ ओ$_2$

सैन्धकम्को शुष्क कर्बनद्विओषिद-रहित वायुमें गरम करके आजकल सैन्धक परौषिद व्यापारिक मात्रामें तैयार करते हैं। २० प्रतिशतक गन्धकाम्लके घोलको बर्फमें रखकर ठण्डा किया जाता है और सैन्धक-परौषिदकी यथोचित मात्रा थोड़ा थोड़ा करके इसमें डाली जाती है। ऐसा करनेसे ग्लौबर-लवण सै$_2$ गओ$_4$, १० उ$_2$ ओ, के रवे बैठने लगते हैं। घोलको शून्य दबावपर स्रवित करते हैं। उदजन परौषिद जलकी अपेक्षा कम उड़नशील है, इस प्रकार यह पृथक करलिया जाता है। इसके घोलको डाट-दार बोतलोंमें जिनमें अन्दर मोम लगा रहता है भर लेते हैं।

क्षीण दबावके अन्दर स्रवण करनेसे शुद्ध उदजन-परौषिदभी प्राप्त हुआ है।

गुण—शुद्ध उदजन परौषिद स्वच्छ चाशनीदार द्रव है। थोड़ीसी मात्रामें तो यह बेरंगका प्रतीत होता है पर अधिक मात्रामें यह पानीके समान नीले रंगका दिखाई पड़ता है। नोषिकाम्लके समान इसमें गन्ध होती है। वायुमें यह बहुत शीघ्र उबलने लगता है। ६८ सि. मी. दबाव पर इसका क्वथनांक ८४°–८५° है और शून्य तापक्रमपर इसका आपेक्षिक घनत्व

१.४६३ है। द्योतक पत्रसे परीक्षा करनेपर पता चलता है कि इसमें तीव्र अम्लीय गुण हैं! पर इसका हल्का घोल शिथिल होता है अर्थात् यह द्योतक पत्रके रंगको नहीं बदलता है। अंधेरेमें बोतलमें अच्छी तरहसे बन्द करके यह कई सप्ताह तक अविभाजित रक्खा जासकता है। पर बोतलकी दीवारें चिकनी होनी चाहिये। यदि दीवारें खुरखुरी हैं या वह रोशनी में रखा गया है तो यह विभाजित होने लगता है:—

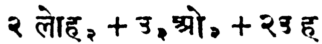

२ उ$_2$ ओ$_2$ = उ$_2$ ओ + ओ$_2$

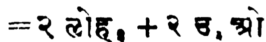
स्वर्णम रजतम्, पररौप्यम् आदि धातुओंके चूर्ण इसका बड़े शीघ्रतासे विभाजन करते हैं।

—२२°श पर यह ठोस किया जासकता है।

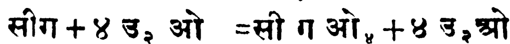
उदजन परौषिद्में हरिन्के समान रंग विनाशक गुण होता है। यह बालों और अन्य चित्रकारी सम्बन्धी रंगोंके उड़ानेके काममें आता है। हरिन्से रंग विनाश करते समय उदहरिकाम्ल जनित होता है जो कभी कभी हानि पहुँचा देता है पर उदजन परौषिद द्वारा रंग विनाश करनेमें अम्ल जनित होनेकी कोई आशंका नहीं है।

उदजन परौषिद्को जलका अणु समझना चाहिये जिसके साथ एक ओषजनका परिमाणु संयुक्त है। ओषजन और जलअणुका यह संयोग बहुत दृढ़ नहीं है इस कारण उदजनपरौषिद्में ओषिद कारक गुण हैं। यह ओषदीकरण करके लोहस लवणोंको लोहिक लवणोंमें परिवर्तित कर सकता है—जैसे लोहस हरिदको लोहिक हरिदमें:—

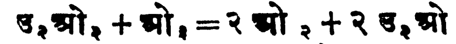

२ लोह$_2$ + उ$_2$ओ$_2$ + २ उ ह


= २ लोह$_3$ + २ उ$_2$ओ

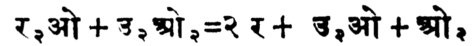
इसी गुणके कारण यह सीस गन्धिदको सीस गन्धेतमें परिणत कर सकता है—


सीग + ४ उ$_2$ ओ$_2$ = सी ग ओ$_4$ + ४ उ$_2$ओ

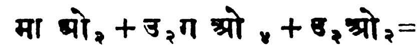
बहुधा ऐसाभी देखा गया है कि उदजन परौषिद्का एक ओषजन परमाणु अन्य यौगिकोंमें से एक-ओषजन परमाणुको खींचकर ओषजनका स्थायी अणुबन जाता है। जैसे ओषोन (Ozone) और उदजन परौषिद्में प्रक्रिया निम्न प्रकार होती है—

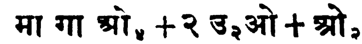

उ$_2$ओ$_2$ + ओ$_3$ = २ ओ$_2$ + २ उ$_2$ओ

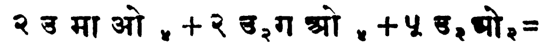
इस संयोगका कारण यह है कि ओषोन और उदजन परौषिद दोनोंमें ही ओषजनका एक एक परमाणु अति निर्बलतासे संयुक्त है। इस प्रकार इन उदाहरणमें ऐसा प्रतीत होता है कि उदजन परौषिद्का गुण अवकरणका भी है। यह वास्तवमें अवकरण नहीं है। इसे अवकरणाभास कह सकते हैं अवकरणाभासके उदाहरण और दिये जाते हैं। रजतओषिद, र$_2$ओ, इसके संयोगसे अवकृत हो जाता है और रजत प्राप्त होता है—

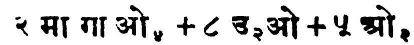

र$_2$ओ + उ$_2$ओ$_2$ = २ र + उ$_2$ओ + ओ$_2$

गन्धकाम्लकी विद्यमानतामें मांगनीज द्वि ओषिद और मांगनेत भी अवकृत होकर मांगनीज गन्धेत और ओषजन देदेते हैं—

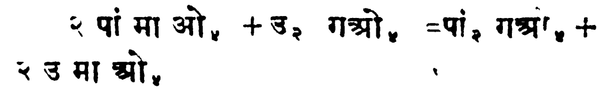

मा ओ$_2$ + उ$_2$ग ओ$_4$ + उ$_2$ओ$_2$ =


मा गा ओ$_4$ + २ उ$_2$ओ + ओ$_2$


२ उ मा ओ$_4$ + २ उ$_2$ग ओ$_4$ + ५ उ$_2$ओ$_2$ =


२ मा गा ओ$_4$ + ८ उ$_2$ओ + ५ ओ$_2$

इस दूसरी प्रक्रियामें यह समझ लिया गया है कि गन्धकाम्लकी विद्यमानतामें पांशुजपर मांगनेत, पां मा ओ$_4$, परमांगनिकाम्ल उ मा ओ$_4$ में निम्न प्रकारके परिणत होगया है, जिसपर फिर उपर्युक्त रीतिसे उदजन परौषिद्का प्रभाव पड़ता है—


२ पां मा ओ$_4$ + उ$_2$ गओ$_4$ = पां$_2$ गओ$_4$ +
२ उ मा ओ$_4$

इन सब अवकरणाभासोंमें ओषजन जनित होता है। उदजन परौषिद रजतम् और पररौप्यम्के सूक्ष्म चूर्णों द्वाराभी विभाजित हो जाता है पर इन धातुओंमें स्वयं कोई परिवर्त्तन नहीं होता है। ये धातु उत्प्रेरकका काम करते हैं।

जल



ल बहुत ही साधारण पदार्थ है। साधारण इसलिए कि भूमंडलका तीन चौथाई भाग पानी है। किसीको इसकी कमी नहीं है। नदियों तालाबों, कुओं और समुद्रों में इसकी अगाध मात्रा विद्यमान है। वर्ष भरमें हमारे देशमें एक बार वर्षा ऋतु आती है और उसमें मूसलाधार पानी बरसने लगता है। बादल भी इस पानीके ही दूसरे रूप हैं। कभी कभी ओले पड़ने लगते हैं। ये ओले भी पानी का रूपान्तर हैं। बर्फ, भाप और पानी तीनों रासायनिक रूपमें एकही हैं। जलके अणु जब परस्परमें बहुत निकट आ जाते हैं तो वे ठोसाकार हो जाते हैं। इसे ही बर्फ कहते हैं। जब ये अणु बहुत दूर हो जाते हैं तो ये भाप बनजाते हैं। बर्फ ठण्डी क्यों होती है, और भाप गरम क्यों होती है? बात यह है कि जल आदि पदार्थोंके अणु बहुत ज़ोरोंसे नाचाकरते हैं जिस प्रकार हमारी पृथ्वी घूमती है। ये इतनी शीघ्रतासे घूमते हैं कि हम इन्हें देख नहीं सकते। इस नाचनेमें जो शक्ति लगती है वह ताप और शीतके रूपमें प्रकट हो जाती है। कम्पनकी गति यदि धीमी पड़ जाय तो पदार्थका तापक्रम कम हो जायगा और यदि गति तीव्र हो जाय तो तापक्रम बढ़ जायगा। ठोस बर्फके अणुओंकी गति अवकाश कम मिलनेके कारण धीमी पड़ जाती है। इसी लिये बर्फ ठण्डी होती है। भापके परमाणुओंके कम्पनकी गति अत्यन्त तीव्र होती है। इसलिये इसका तापक्रम बहुत अधिक होता है।

प्रयोगों द्वारा सिद्ध कर दिया गया है कि जलमें उदजन और ओषजन नामक दो तत्त्व विद्यमान हैं। इस बातको सिद्ध करनेकी दो विधियां हैं—१ विश्लेषण विधि, २ संश्लेषण विधि। तीन प्रकारके विश्लेषण प्रयोग पहले दिये जा चुके हैं:—

(क) जलका विद्युत् द्वारा विश्लेषणकरके—इस प्रयोगके लिये विद्युत् घटमें जल लेते हैं और गन्धकाम्ल जलमें घोल देते हैं। विद्युत् घटोंके दोनों ध्रुवों पर एक एक परखनली जलसे भरकर उलटी पानीमें डुबा देते हैं। तत्पश्चात् विद्युत् धारा प्रवाहित की जाती है। एक परखनलीमें उदजन और दूसरेमें ओषजन संग्रहीत होने लगता है। उदजनका आयतन ओषजनकी अपेक्षा दुगुना होता है। इससे सिद्ध है कि आयतनके हिसाबसे जलमें उदजन ओषजनकी अपेक्षा दुगुना है।

(ख) सैन्धकम् धातुको जलमें छोड़नेसे उद्जन निकलने लगता है और सैन्धकम् सैन्धक उदौषिदमें परिणत होजाता है। इससे भी स्पष्ट है कि पानीमें उदजन और ओषजन तत्त्व हैं।

(ग) रक्त तप्त लोह चूर्ण पर भाप प्रवाहित करनेसे भी उदजन पृथक् होजाता है और लोह चूर्ण लोह ओषिदमें परिणत हो जाता है।

इन प्रयोगोंसे स्पष्ट है कि जल उदजन और ओषजन नामक तत्वोंका यौगिक है। उदजन और ओषजनके संश्लेषणसे पानी निम्न प्रकार बनाया गया है।

(क) कांचके एक गोलेमें शून्य करके दो भाग (आयतनसे) उदजन और एक भाग ओषजन भरो। गोलेमें विद्युत् संयोग होना चाहिये। विद्युत् धारा प्रवाहित करके चिनगारी उत्पन्न करो। चिनगारीके लगतेही ओषजन और उदजन विस्फुटनके साथ संयुक्त होंगे और गोलेके सतहपर जलकी बूँद दिखाई पड़ेंगी। गोलेमें अब उदजन और ओषजन कुछ न रह जायगा। केवल शून्य रहेगा। कैवेण्डिशने इसी प्रकारका प्रयोग किया था।

इसी प्रयोगको इस प्रकार परिवर्त्तित और परिवर्धित कर दिया गया है। इसके लिये आयतन मापक (Eudiometer) यन्त्र काममें लाते हैं। इस यन्त्रमें निशान लगी हुई एक नलिका

होती है जिसका एक सिरा बन्द रहता है। बन्द सिरेके पास विद्युत्तार लगे होते हैं जिनसे चिनगारी उत्पन्न की जा सकती है। इस नलामें पारदभर कर एक थालीमें कांचके ढकनेसे दबाकर उलटा रखते हैं। फिर इसमें शुद्ध ओषजन की ज्ञातमात्रा प्रविष्ट कराते हैं। तत्पश्चात् उद्जन उचिताधिक मात्रामें इसमें प्रवेश करते हैं। तदनन्तर विद्युत् चिनगारी द्वारा उद्जन और ओषजनका संयेाग कराते हैं। इस समय आयतन मापक को अच्छी तरह पारद भरी थालीके अन्दर दबाये रखना चाहिये। अब दबाव-को कम करनेसे पारा आयतन मापकमें चढ़ेगा। आयतन अब फिर पढ़ लना चाहिये, इससे पता चल जायगा कि कितना उद्जन रह गया है।

उदाहरण—सामान्य दबाव और तापक्रम पर ३० आयतन ओषजन और ८० आयतन उद्जन यन्त्रमें प्रविष्ट किया गया और बादको २० आयतन उद्जन शेष रह गया।

अतः (८०-२०)=६० आयतन उद्जन ३० आयतन ओषजनसे संयुक्त होगया। इससे सिद्ध है कि पानी बनानेके लिये २ आयतन उद्जन और एक आयतन ओषजन की आवश्यकता है।

(ग) संश्लेषणका एक प्रयेाग बरज़ीलियस और डूलंग ने सं० १८७७ वि० में इस प्रकार किया था। उन्होंने ताम्र ओषिदकी ज्ञात मात्रा ली और उसको गरम किया और ताम्र ओषिद पर उद्जन प्रवाहित किया। यह उद्जन ताम्र ओषिदके ओष-जनसे संयुक्त होकर जल बनायेगा। यह जल खटिक हरिद और तीव्र गन्धकाम्लके गोलोंमें अभिशोषण कर लिया गया। प्रयेागके पूर्व और प्रयेागके पश्चात् इन गोलोंको तौलनेसे पता चल जायगा कि कितना पानी बना है। ताम्र ओषिद को फिर तौलनेसे पता लगाया जा सकता है कि इसका कितना ओषजन जल बनानेमें उपयुक्त हुआ है। यह ध्यान रखना चाहिये कि उद्जन बिलकुल शुद्ध हो। इसके शुद्ध करनेके लिये, उद्जनको ताम्र ओषिदमें प्रवाहित करनेसे पूर्व सीसनोषेत, रजत-गन्धेत, पांशुजउदौषिद, और स्फुर पंचौषिदसे भरी हुई चूल्हाकार नलियेांमें होकर प्रवाहित करते हैं। ऐसा करनेसे उद्जन (जो गन्धकाम्ल और दस्तम्से बनाया जाता है) की अशुद्धियां—उद्जन गन्धिद, गन्धक द्विओषिद, नोषजनके ओषिद, कर्बन द्विओषिद, जल, उद्जन संक्षीणिद, आदि दूर हो जाती हैं।

उदाहरण—१. ताम्र ओषिदका पूर्व भार=११.५६ ग्राम

२. ... ... पिछली भार=१०.४० ग्राम

उपयुक्त ओषजन=१.१६ ग्राम

३. गन्धकाम्ल और खटिक-हरिदवाली नालियोंका

भार=५०.४६ ग्राम

पिछला भार=५१.७६५ ग्राम

∴ जल =१.३०५ ग्राम

इस प्रकार १.३५ ग्राम भाग जलमें १.१६ ग्राम ओषजन है। तो इसमें उद्जन (१.३०५-१.१६)= ०.१४५ ग्राम होगा।

∴ पानीमें ओषजन उद्जन की अपेक्षा (भार से) $\frac{१.१६}{०.१४५}$=८ गुना है।

पानी की भाप उद्जनकी अपेक्षा ९ गुना भारी होती है अर्थात् यदि दो समान आयतनके गोलों में से एकमें भाप भरी जाय और दूसरेमें उद्जन और दोनोंका दबाव और तापक्रम एक हो तो भाप का भार उद्जनके भारका ९ गुना होगा।

अबतक हमने पानीके विषयमें तीन बातें बताई हैं:—

(१) पानीमें आयतनके हिसाबके दो आयतन उद्जन और एक आयतन ओषजन है।

(२) पानीमें भारके हिसाबसे ८ भाग ओषजन और एक भाग उद्जन है।

(३) पानीका वाष्पघनत्व ९ है।

उद्जनका परमाणु भार १ है और ओषजनका १६। इन सब परिणामों पर ध्यान देते हुए कहा जा सकता है कि पानीका सङ्गठन $उ_२$ ओ है।

पानीके भौतिक गुण

यह विषय भौतिक विज्ञानका है! कुछ साधारण और उपयोगी गुण यहां दिये जावेंगे। सामान्य तापक्रम पर पानी द्रव, बेरङ्गका पदार्थ है। इसमें न कुछ स्वाद होता है, न गन्ध। पर अशुद्ध पानी में कुछ स्वाद प्रतीत होगा। नदियों का पानी, या कुएके पानीमें कुछ खनिज पदार्थ मिले होते हैं, इनमें कर्बन द्वि ओषिद वायव्यकी भी कुछ मात्रा घुली होता है। मेघका पानी इन पानियोंकी अपेक्षा अधिक शुद्ध होता है। पर कभी-कभी बरसते समय वायु मण्डलकी कुछ अशुद्धियां पानी में मिल जाती हैं। स्रवित करके पानी शुद्ध बनाया जा सकता है। स्रवणके लिए एक कुप्पीमें पानी भरो। इसके मुँहमें एक भपका लगा दो। पानीको उबाल कर भापमें परिणत करो। यह भाप भपकेमें ठण्डी हो जायगी; और द्रवित होकर बूँद-बूँद करके स्रवित की जा सकती है।

शुद्ध पानीका हिमांक ०°श है और इसका क्वथनांक १००°श है। पर यदि पानीमें कुछ लवण आदि अशुद्धियां हों तो हिमांक शून्यसे भी कम हो जायगा और क्वथनांक १००°श से बढ़ जायगा।

पानीको ज्यों ज्यों ठण्डा करते जायँ त्यों त्यों इसमें संकोच होता जायगा अर्थात् इसका आयतन कम होता जायगा, पर ४°श तक ही यह संकोच होगा। ४°श से और कम तापक्रम करने पर पानीमें फिर प्रस्तार आरम्भ होगा। आयतन बढ़ने लगेगा। आयतन वृद्धिके साथ विशिष्ट गुरुत्व कम हो जाता है और आयतन-सङ्कोचके साथ विशिष्ट गुरुत्व बढ़ जाता है। डा० होपके प्रयोगने यह बात भली प्रकार प्रदर्शित करदी है कि पानी ४°श पर सबसे अधिक भारी होता है। बर्फ़ पानीसे हलकी होती है अतः पानी पर तैरती है। भिन्न भिन्न तापक्रमों पर पानीका विशिष्ट गुरुत्व निम्न प्रकार है—

तापक्रम	विशिष्ट गरुत्व
बर्फ ०°श –	०·९१६७४
पानी०°श –	०·९९९८७
२°श –	०·९९९९६
४°श –	१·०००००
६ श	०·९९९९७
१०°श	०·९९९७३
१५°श	०·९९९१५
२०°श	०·९९८२७
२५°श	०·९९७१४
३०°श	०·९९५७७

सामान्य तापक्रम परभी पानी भाप बन कर उड़ा करता है गीले कपड़े हवामें टांगनेसे थोड़ी देरमें सूख जाते हैं, गर्मीमें तालाब और छोटी-छोटी नदियाँ सूख जातीं हैं यद्यपि वायुमण्डल और पानी का तापक्रम कभी १००°श नहीं होता है। भाप पानीसे ही नहीं प्रत्युत बर्फसे भी उठती है। यदि यह भाप संचित रहे तो जल पर एक प्रकारका दबाव डालती है। यह दबाव प्रत्येक तापक्रमके लिए भिन्न-भिन्न है इस दबावको वाष्प-तनाव कहते हैं तापक्रमकी वृद्धिके साथ-साथ यह वाष्प तनाव बढ़ता जाता है जैसा निम्न अङ्कोंसे स्पष्ट है—

तापक्रम	वाष्प तनाव	
बर्फ़ – १०°श	२·०९	मि० मी०
– २°श	३·९	
०°श	४·६	
१०°श	९·२	
२५°श	२३·६	
४०°श	५४·९	
८०°श	३५४·२८	
१००°श	७६०·००	
१०१°श	७८७·६३	

१ ग्राम ०°श तापक्रमकी बर्फ़को ०°श तापक्रम के पानीमें परिणत करनेके लिये कुछ गर्मी देने की आवश्यकता होगी। प्रयोग द्वारा सिद्ध कियाजा सकता है कि यह गुप्त-ताप, ८० कलारी के लगभग

है । १ ग्राम १००°श तापक्रमके जलको १००°श भाप बनानेके लिये ५३६ कलारी तापकी आवश्यकता होगी । अतः पानीके वाष्पीभूत होनेका गुप्ततार ५३६ है ।

दबावमें परिवर्त्तन करदेनेसे पानीके क्वथनांकमें बहुत परिवर्त्तन होजाता है । दबाव कम होजानेपर क्वथनांकमें कमी होजाती है और दबाव बढ़जानेसे क्वथनांक बढ़जाता है । पहाड़ोंकी ऊँची चोटियोंपर वायुका दबाव धरातलकी अपेक्षा बहुतही कम होता है अतः वहाँ पानी ८०° के लगभग तापक्रम परही उबलने लगता है । ऐसी अवस्थामें बिना दबावको बढ़ाये आलू आदि नहीं पकसकते हैं जिनके पकनेके लिये १००° तापक्रम चाहिये । बन्द पतीली (ढकनीसे दबी हुई) में दाल जल्दी पकती है क्योंकि अन्दर भापका दबाव बढ़नेसे क्वथनांक बढ़जाता है ।

क्वथनांक क्या है—? क्वथनांक वह तापक्रम है । जब द्रवकी भापका तनाव वायुमण्डलके दबावके बराबर होजाता है । वाष्प तनावकी सारिणीसे स्पष्ट है कि १००°श तापक्रमपर पानीकी वाष्प का तनाव ७६० मिमी है । वायुमण्डलका सामान्य दबावभी ७६० मिमी है । अतः १००°श पर पानी उबलने लगता है । यदि वायुमण्डलका दबाव ३५४·२० मि॰मा॰ कर दिया जायतो पानी ८०°श पर उबलने लगेगा क्योंकि इस तापक्रम पर वाष्पका तनाव ३५४·२८ मि॰मी॰ होता है ।

पानीका आपेक्षिक ताप और आपेक्षिक घनत्व ०°श पर १ माना गया है ।

पानीका घोलक-गुण

सामान्यतः लवणों और अन्यपदार्थोंके घोल बनानेके लिये पानीका उपयोग कियाजाता है । मद्य, ज्वलक, हरोपिपील आदि द्रवभी घोलकोंके रूपमें कार्बनिक रसायनमें विशेषतः उपयुक्त होते हैं पर पानीसे अधिक आवश्यक कोई घोलक नहीं है । प्रत्येक पदार्थ पानीमें भिन्न भिन्न प्रकारसे घुलता है । घुलनेके रूप ये होसकते हैंः—

(१) थोड़ेसे पानीमें पदार्थकी अनिश्चित मात्रा घुलनशील हो अर्थात् घुलनशील पदार्थ पानीमें प्रत्येक अनुपातमें घुलनशील हो । जैसे मद्य और पानी । ऐसी अवस्थामें कहा जायगा कि मद्य और पानी प्रत्येक अनुपातमें मिलनशील हैं ।

(२) द्रव पानीमें मिलन-शील नहो पर कुछ घुलजाता हो । जैसे जल और ज्वलक । थोड़ासा जल ज्वलकमें घुलजाता है और थोड़ासा ज्वलक जलमें ।

(३) चूर्ण जो जलमें समुचित घुलनशील हैं पर जलकी नियत मात्रामें चूर्ण की नियतमात्राही घुलनशील है । इसके पश्चात् घोलसंपृक्त होजायगा और अधिक पदार्थ नहीं घुलसकेगा । जैसे जलमें नमक, तूतिया, पांशुजहरेत आदि ।

(४) चूर्ण जो जलमें नहीं के बराबर ही घुलनशील हों जैसे भारगन्धेत, रजत हरिद, सीस रागेत ।

(५) चूर्ण जो जलमें साधारण तापक्रमपर बिलकुल घुलनशील नहों पर तापक्रम बढ़ानेसे, और अधिक पानीके उपयोगसे कुछ घुलजायं जैसे सीस हरिद, खटिक गन्धेत, रजत नोषित इत्यादि ।

(६) वायव्य पदार्थ लगभग सभी जलमें थोड़ा बहुत घुलनशील हैं ।

पदार्थोंकी घुलनशीलतापर तापक्रमका बहुत प्रभाव पड़ता है । साधारणतः चूर्णोंकी घुलनशीलता तापक्रम बढ़ानेपर बढ़जाती है । पांशुज हरेत, तूतिया, मगनीस गन्धेत आदि अधिक तापक्रमपर अधिक घुलनशील होते हैं । इस बातका लाभ रवेबनानेमें उठाया जाता है । ६०°श तापक्रम तकके जलमें पदार्थोंका संपृक्त घोल बनाते हैं, फिर घोलको धीरे धीरे ठण्डा होने देते हैं, ठंडा होने में तापक्रम की कमी के कारण घुलनशीलता कम हो जाती है और जितना पदार्थ घुलनेसे अशक्त रहजाता है, उतना

रवेके रूपमें प्रकट होजाता है। खटिक नीबूयेत (Calcium Citrate) आदि कुछ पदार्थ ऐसेभी हैं जो ठंडे जलमें अधिक घुलनशील हैं पर गरम करनेपर कम घुलनशील हैं। खटिक नीबूयेतका जलमें घोल बनाओ और गरम करो। श्वेत अवक्षेप दिखाई पड़ेगा।

जब उपर्युक्त विधिसे लवणोंके रवे बनाये जाते हैं तो इस प्रक्रियामें लवणोंके अणुओंके जलके अणुओंकी एक निश्चितमात्रा संयुक्त होजाती है। इसे स्फटिकीकरणका जल (Water of crystallisation) कहते हैं। निम्न लवणोंमें यह जल निम्न प्रकार है:—

ग्लोबर लवण (सैन्धकगन्धेत)

सै$_2$ ग ओ$_4$. १० उ$_2$ ओ

सैन्धक कर्बनेत (धोनेका सोडा)

सै$_2$ क ओ$_3$ १० उ$_2$ ओ

सैन्धक टंकेत (सोहागा)

सै$_2$ टं$_4$ ओ$_7$. १० उ$_2$ ओ

ताम्रगन्धेत (तूतिया)

तागओ$_4$. ५उ$_2$ ओ

लोहस गन्धेत (कसीस)

लोगओ$_4$. ७उ$_2$ओ

स्फट पांशुज गन्धेत (फिटकरी)

स्फ$_2$ (गओ$_4$)$_3$पां$_2$गओ$_4$.२४ उ$_2$ओ

बहुतसे स्फटिकी करणके जलसे संयुक्त लवण ऐसे होते हैं, कि यदि वे शुष्क वायुमें रखदिये जायं तो जलके अणु धीरे धीरे पृथक होजाते हैं और वे चूर्णके रूपमें रहजाते हैं। धोनेका सोडा इसी प्रकारका है। इस गुणको नोना लगना या प्रपुष्पण (Efflorescence) कहते हैं। इसके विपरीत खटिक हरिद, पांशुजसिरकेत, आदि लवण वायुसे जल आकर्षित करके द्रव जैसे होजाते हैं इसगुणको पसीजना (deliquescence) कहते हैं।

सभी वायव्य पदार्थ जलमें कुछ न कुछ घुलनशीलहैं। इनकी घुलनशीलतापर तापक्रमका प्रभाव बिल्कुल उल्टा होता है। तापक्रमके बढ़ानेसे वायव्योंकी घुलनशीलता कम होजाती है। पर दबावके बढ़नेसे घुलनशीलताभी बढ़जाती है। जल वायव्य के घोलमेंसे वायव्य तापक्रमको बढ़ाने या दबावको कमकरदेनेसे पृथक् होसकता है। जलमें घुला हुआ ओषजन मछलियों और अन्य जलजीवोंको प्राणवायु प्रदान करता है।

मृदु और कठोर जल

पानीके साथ साबुन मलनेसे झाग उठने लगता है। नदियों, और स्रोतोंके जलमें बहुतसे खनिज पदार्थ मिल जाया करते हैं। इनमें कुछ पदार्थ ऐसे होते हैं जो साबुनके ऊपर कोई प्रभाव नहीं डालते हैं। ऐसे पदार्थोंसे युक्त पानी साबुनसे मलनेसे झाग देता है। इस पानीको मृदुजल (Soft water) कह सकते हैं। पर कभी कभी नदियों या कुओंका पानी ऐसी चट्टानोंमें होकर आता है जहांसे यह चूनेका पत्थर खड़िया मिट्टी-खटिक कर्बनेत, ख क ओ$_3$ और खटिक गन्धेत, खग ओ$_4$—आदि अपने साथ घोले लाता है। यह पदार्थ साबुनपर प्रभाव डालते हैं और ऐसे पानीके साथ यदि साबुन मला जायगा तो झाग नहीं उठेगा, क्योंकि उक्त पदार्थों द्वारा साबुनका अनघुल यौगिक बनजाता है। ऐसे जलको कठोर-जल (Hard water) कहते हैं जलकी यह कठोरता दो प्रकारकी होती है।—

१ स्थायी और २. अस्थायी

अस्थायी कठ रता—यह जलमें घुले हुए कर्बन द्वि ओषिदके कारण होती है क्योंकि यह कर्बन द्वि-ओषिद उपर्युक्त प्रकारके खनिज-पदार्थोंको पानीमें घोल लाता है। एक परख नलीमें चूनेका पानी (खटिक उदौषिद) लो और इसमें कर्बन द्विओषिद प्रवाहित करो। पहले खटिक कर्बनेतका श्वेत अवक्षेप प्रकट होगा पर कर्बन द्विओषिद और प्रवाहित करने से खटिक कर्बनेत खक ओ$_3$, खटिक अर्धकर्बनेत ख (उ क ओ$_3$)$_2$ में परिणत होजायगा। अर्ध कर्बनेत जलमें घुलनशील है अतः अब घोल फिर स्वच्छ होजायगा। प्रक्रियायें इस प्रकार हैं:—

ख (ओ उ)$_2$ + क ओ$_2$ = ख क ओ$_3$ + उ$_2$ ओ
चूनेका पानी खटिक कर्बनेत

क ओ$_2$ + उ$_2$ ओ = उ$_2$ क ओ$_3$
कर्बनिकाम्ल

ख क ओ$_3$ + उ$_2$ क ओ$_3$ = ख (उ क ओ$_3$)$_2$
खटिक अर्धकर्बनेत

यह खटिक अर्धकर्बनेत ही वास्तवमें जलको अस्थायी कठोरता प्रदान करता है। इसे अस्थायी कठोरता इसलिये कहते हैं क्योंकि अर्धकर्बनेत इस घोलको गरमकरके या चूनेके पानी द्वारा अवक्षेपन करके पृथक् किया जासकता है। इन दोनों विधियोंसे अनुघुल खटिक कर्बनेत बनजाता है जो छान कर पृथक् करलिया जासकता है—प्रक्रियायें इस प्रकार हैं:—

(१) ख (उ क ओ$_3$)$_2$ = ख क ओ$_3$ + क ओ$_2$ + उ$_2$ ओ (गरम करनेसे)

(२) ख (उ क ओ$_3$)$_2$ + ख (ओ उ)$_2$ = २ ख क ओ$_3$ + २ उ$_2$ ओ चूने का पानी

स्थायी कठोरता—वह कठोरता जो इस प्रकार उबालनेसे से दूर नहींकी जासकती है स्थायी कठोरता कहलाती है। यह कठोरता विशेषतः गिप्सम लवण (खटिक गन्धेत, खगओ$_4$) केकारण होती है। इसको केवल उबालकर दूर नहीं किया जासकता है। इसके दूर करनेकी विधि यह है कि इसमें धोनेका सोडा अर्थात् सैन्धक कर्बनेत, सै$_2$ क ओ$_3$. १० उ$_2$ ओ डालकर उबालो। ऐसा करनेसे खटिक गन्धेत खटिक कर्बनेतमें परिणत होजाता है। प्रक्रिया इस प्रकार है:—

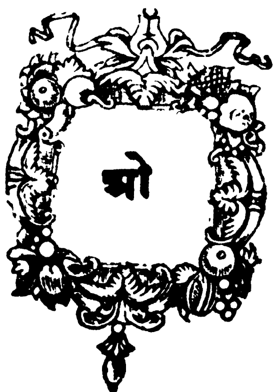
ख ग ओ$_4$ + सै$_2$ क ओ$_3$ = ख क ओ$_3$ + सै$_2$ ग ओ$_4$

धोनेके काममें सोडा इसलिये उपयोगमें लाया जाता है क्योंकि यह पानीको मृदु करदेता है। खटिक कर्बनेतके साथ इस प्रक्रियामें सैन्धक गन्धेत भी उत्पन्न होता है। इसलिये इस प्रकार मृदु किया हुआ जल पीने के योग्य नहीं रह जाता है।



दसवां अध्याय

ओषोन (Ozone)



ओषजनके एक अणुमें दो परमाणु हैं। पर यह एक विचित्रता समझनी चाहिये कि ओषजन के तीन परमाणु परस्परमें संयुक्त होकर एक पदार्थ बनाते हैं जिसे ओषोन कहते हैं। इसका संकेतरूप ओ$_3$ है। इसका अणुभार १६×३=४८ है। जो व्यक्ति विद्युत् सम्बन्धी यन्त्रों से काम करते रहते हैं वे एक विचित्र सड़ी मछली कीसी दुर्गन्धसे अवश्य परिचित होंगे। यह दुर्गन्ध इसी ओषोनके कारण आती है। वास्तवमें बात यह है कि विद्युत संचार द्वारा वायुका कुछ ओषजन ओषोनमें परिणत होरहा है।

ओषोन बनानेकी विधि :—इसके बनानेकी कई विधियाँ हैं पर कुछ मुख्य विधियाँ यहाँ दी जाती हैं :—

(१) इसकामके लिये कांचका एक विशेषयन्त्र लेते हैं जिसमें कांचकी एक नली दूसरी नलीके भीतर चिपटी होती है, दोनों नलियोंके बीचके स्थान में होकर ओषजन प्रवाहित किया जाता है। अन्दर की नली में गन्धकाम्लका हलका घोल होता है जिसमें पररौप्यम्का एक तार लटकता होता है। इस तारका सम्बन्ध उपपादन वेष्ठन (Induction coil) के एक ध्रुवसे किया जाता है। बाहरकी नली एक चंचुक में रखी जाती है जिसमेंभी हलका गन्धकाम्ल होता है। इसमेंभी एक तार लटकाते हैं जिसका सम्बन्ध उपपादन वेष्ठनके दूसरे ध्रुवसे करदिया जाता है। इसप्रकारके प्रबन्धमें ओषजन प्रवाहित करते हैं और उपपादन वेष्टनसे विद्युत् संचार करते हैं। इस प्रकार करनेसे ओषजन ओषोनमें परिणत होजाता है।

१ ओ$_३$ २ ओ$_२$

(२) जलके विद्युत् विश्लेषणमेंभी ओषोन उत्पन्न होसकता है विशेषकर यदि ध्रुव पररौप्यम्के हों। यदि धनात्मक ध्रुवकी बहुतकम सतह जलमें होतो २३% के लगभग ओषोन ओषजनसे मिश्रित पाया जासकता है। पहले लोगोंका विचार था कि इस विधिसे प्राप्त गैस उ$_२$ ओ$_२$ है। पर यह बात ठीक नहीं है क्योंकि इसे गरम करनेसे शुद्ध ओषजन प्राप्त होता है नकि जल। इससे स्पष्ट है कि इस गैसमें उदजनके परमाणु नहीं हैं।

(३) कांचकी कुप्पीमें जिसमें नम वायु हो, स्फुरको लटकानेसे उचित तापक्रम पर ओषोन प्राप्त होसकता है।

ओषोन की पहिचान:—ओषोनमें अत्यन्तही तीव्र गुण होते हैं, अतः इसे 'वैशक्तिक ओषजन' (Active oxygen) कहसकते हैं, इस गुणके कारण यह पदार्थोंका बहुत शीघ्र ओषदीकरण करदेता है। मांडी (नशास्ता)को जलमें उबालो। इस घोलसे छन्ना कागज़को भिगोलो। इस कागज़पर पांशुज नैलिदके घोलकी दो बूंदें डालदो। इस भीगे हुए कागज़को ओषोनके संसर्गमें लानेसे कागज़का रंग चटकीला नीला हो जायगा। यह विधि ओषोनकी पहिचान लिये बहुत उपयुक्त है। ओषोन पांशुजनैलिदपर जलकी विद्यमानतामें इस प्रकार प्रभाव डालता है:—

२ पांनै + ओ$_३$ + उ$_२$ ओ =
२ पां ओ उ + ओ$_२$ + नै$_२$

नैलिन् इस प्रक्रयामें मुक्त होता है जो मांडीके संसर्गसे नीला रंग देता है।

प्रयोग द्वारा यह सिद्ध किया जासकता है कि ओषोनमें ओषजनके अतिरिक्त अन्य कोई तत्व नहीं है। ओषोनको गरमकरनेसे यह विभाजित होकर ओषजनमें परिणत होजाता है। इस प्रयोगके लिये ओषोनको एक मज़बूत कांचकी नलीमें होकर प्रवाहित करो। इस नलीको दग्धकसे गरम करो। नलीके दूसरे सिरेके पास मांडी-पांशुजनैलिद द्वारा नमकिया हुआ छन्ना कागज़ लाओ। इसका रंग अब नीला नहीं पड़ेगा क्योंकि ओषोन ओषजनमें विभाजित होगया है।

२ ओ$_३$ = ३ ओ$_२$

ओषोनके गुण:—यह वायव्य पदार्थ है जिसमें एक प्रकारकी तीक्ष्ण मत्स्य गन्ध आती है। यह द्रवीभूत भी किया जासकता है। द्रव ओषोनका रंग नीला होता है। इसमें प्रबल ओषदकारक गुण होते हैं। ओषदीकरण करते समय ओषोनके आयतनमें कोईभी भेद नहीं पड़ेगा। बात यह है कि ओषोनका एक ओषजन परमाणुही ओषदीकरणमें उपयुक्त होता है और शेष दो परमाणु ओषजनका एक अणु बनादेते हैं। इस प्रकार ओषोनके एक अणुसे ओषदीकरणके पश्चात् भी ओषजन का एक अणु शेष रहजाता है। इस प्रकार आयतनमें कोई भेद नहीं पड़ता है।

ओ$_३$ = ओ$_२$ × [ओ]
एक अणु एक अणु

पारद पर ओषोनका विचित्र प्रभाव पड़ता है। ओषोन के संसर्ग से पारद की चमक, इसकी स्निग्धता, और इसके तल की उन्नतोदरता, सब नष्ट हो जाती है। यह कांच की नली के सतहसे चिपक कर पतले दर्पण के समान हो जाता है। पांशुज नैलिद पर इसका जो प्रभाव पड़ता है उसका वर्णन किया ही जा चुका है। पांशुज नैलिदसे नैलिन् मुक्त होजाता है और पांशुज उदौषिद (जलकी विद्यमानतामें) प्राप्त होता है। इसी प्रकार स्फुर भी इसके संसर्गसे स्फुरकाम्लमें उ$_३$ स्फु ओ$_४$ में परिणत हो जाता है।

स्फु + ३ उ$_२$ ओ + ५ ओ$_३$ ==
२ उ$_३$ स्फु ओ$_४$ + ५ ओ$_२$

इसी प्रकार यह गन्धिदों को गन्धेतों में परिणत कर देता है जैसे सैन्धक गन्धिद को सैन्धक गन्धेतमें।

सै$_२$ ग + ४ ओ$_३$ == सै$_२$ ग ओ$_४$ + ४ ओ$_२$

पत्ती आदिके रङ्गोंको भी यह उड़ा देता है क्योंकि रङ्गोंका ओषदी करण होजाता है।

उद्जन परौषिद और ओषोन दोनों निम्न प्रकार एक दूसरे से प्रभावित होते हैं:—

$$ओ_3 + उ_2 ओ_2 = उ_2 ओ + २ ओ_2$$

ओषोन का सङ्गठन—ओषोन ओषजनका भिन्नरूपी (Allotropic) है। दोनोंमें भेद इतना ही है कि इन दोनोंमें ओषजनके परमाणु भिन्न प्रकारसे संयुक्त हैं। ओषजनके तीन अणुओंसे, ३ ओ$_2$, ओषोन के दो अणु (२ ओ$_3$) प्राप्त होते हैं।

$$३ ओ_2 = २ ओ_3$$

(१) इस प्रकार यदि नियत आयतनका सम्पूर्ण ओषजन ओषोनमें परिणित कर दिया तो आयतन पहिलेकी अपेक्षा दो तिहाई रह जायगा। इस प्रयोग को इस प्रकार कर सकते हैं। एक नली ऐसी लो जिसमें दो स्थानों पर समकोण मुड़ी हुई चूल्हाकार सूची नली लगी हो और जिसमें पररौप्यम्के दो तार भी हों। नलीमें शुद्ध शुष्क ओषजन भरो। सूची नलीमें थोड़ासा तीव्र गन्धकाम्ल डाल दो। पररौप्यम्के तार द्वारा विद्युत् संचार करो। ओषजन ओषोनमें परिणत होगा। सूची नलीमें गन्धकाम्लका स्थान परिवर्तित हो जायगा जिससे स्पष्ट होगा कि ओषजन के आयतन में कमी होरही है।

(२) सूची नलीका सिरा बन्द करदो। नलीको गरमकरो गरमकरनेसे जितना ओषोन बनाथा वह फिर ओषजनमें परिणत होजायगा। तापक्रम ठण्डा होनेदो। सूची नलीके सिरेको अब खोलदो। ऐसा करनेसे गन्धकाम्ल फिर उसी स्थानमें आजायगा जिस स्थानमें प्रयोगके आरम्भमें था। इस प्रकार ओषोनका आयतन बढ़जाता है यदि उसे ओषजनमें परिणत करलें।

(३) ओषोन तारपीनके तेलमें पूर्णतः विना विभाजित हुए ही अभिशोषित होजाता है। इस प्रकारका प्रयोग अन्य तेलोंके साथभी कियागया है। इनसे यह परिणाम निकाला गया है कि 'तैल द्वारा अभिशोषित ओषोनका आयतन उस आयतनका दुगुना होता है जो ओषजनको ओषोनमें परिणत करते समय कम हुआ था"। अर्थात् यदि ओषजनको ओषोनमें परिणत करनेसे आयतनमें 'क' कमी हुई है तो इस ओषोन को तारपीन के तेल में अभिशोषण करने पर '२क' की कमी होगी इस प्रकार सम्पूर्ण कमी '३क' हुई इससे स्पष्ट है कि ३ आयतन ओषजन ने दो आयतन ओषोन दिया था।

$$३ ओ_2 = २ ओ_3$$
$$३ आयतन \quad २ आयतन$$

अतः ओषोन का सूत्र ओ$_3$ है।

(४) पांशुज नैलिद द्वारा विश्लेषित होने पर भी ओषोनके आयतनमें कोई अन्तर नहीं पड़ता है। यह बात इस प्रकार प्रदर्शितकी जा सकती है। एक बन्द गोलेमें पांशुज नैलिदका घोल लो और इसे ओषोन नलिकामें ओषोन उत्पन्न करने के पूर्व ही डाल दो। इसके पश्चात् ओषजनको ओषोनमें तब तक परिणत करो कि फिर आयतन में और कमी न हो। इसके पश्चात् अब यदि गोले को तोड़ा जाय तो नैलिन् मुक्त होगा और गैसके आयतनमें कोई अन्तर नहीं दिखाई पड़ेगा। यदि मुक्त नैलिन्की मात्रा ठीक ठीक मालूम कर ली जाय और इस मात्राके तुल्य ओषजनका आयतन निकाल लिया जाय तो पांशुज नैलिद द्वारा अभिशोषित ओषजन का आयतन उतनाही होगा जितना ओषजनका आयतन ओषोनमें परिणत होनेमें कम होगया था।

इन सब प्रयोगोंसे स्पष्ट है कि ओषोनका सूत्र ओ$_3$ है।

(१ ओषजन जब ओषोनमें परिणत होता है तो इसके आयतनमें कमी होजाती है—

$$३ ओ_2 = २ ओ_3 \; [१ आयतनकी कमी]$$
$$(३ आयतन) \quad २ आयतन)$$

(२) ओषोन को गरम करके ओषजनमें परिणत करनेसे आयतनमें उतनी ही वृद्धि होती है

जितनी ओषजनको ओषोनमें परिणत करनेमें कमी हुई थी।

२ ओ$_3$ = ३ ओ$_2$ [आयतन की वृद्धि]
(२ आयतन ३ आयतन)

(३) ओषोनमें ओषजनको परिणत करनेमें जो कमी होती है अथवा ओषोनको ओषजनमें परिणत करनेमें जो वृद्धि होती है, वह तारपीन द्वारा अभिशोषित आयतनकी आधी होती है।

कमी अथवा वृद्धि (उपर्युक्त समीकरणोंके अनुसार)=१ आयतन।

तारपीन द्वारा अभिशोषित २ ओ$_3$=२ आयतन

(४) ओषोन जब पांशुज नैलिद्से विश्लेषित होता है तो उसके आयतनमें कोई भेद नहीं पड़ता है—

ओ$_3$ + २ पां नै + उ$_2$ ओ = ओ$_2$ + नै$_2$ + पां ओ उ
१ आयतन १ आयतन

(५) निस्सरण की गति द्वारा निकाले गये घनत्वसे भी ओषोन के उपर्युक्त सूत्र का समर्थन होता है। हम पहिले लिख आये हैं कि दो वायव्योंके निस्सरणकी गतियों और उनके घनत्वोंके वर्गमूलोंमें व्युत्क्रम अनुपात होता है। हरिन् गस (जिसका घनत्व ज्ञात है) और ओषोन की निस्सरण गतियों की तुलना करने पर यह पता चला है कि ओषोनका घनत्व २४ अर्थात् ओषजनके घनत्वका १½ गुना है। इससे स्पष्ट है कि ओषोनका सूत्र ओ$_3$ है।

ओषोन द्रवीभूत भी किया गया है। द्रव ओषोन का रङ्ग नीला होता है और इसका क्वथनांक—११८ श है। यदि शीघ्रतासे गरम करें तो इसमें विस्फुटन होने लगता है। गरम करने से यह ओषजनमें परिणत होने लगता है और बहुत सा ताप जनित होता है। उससे तापक्रम इतनी शीघ्रता से बढ़ने लगता है कि अन्तमें विस्फुटन होने लगता है।

ग्यारहवां अध्याय

गन्धक और गन्धिद

(Sulphur and Sulphides)

प्राप्ति स्थान



आवर्त्त सविभागके छठे समूहमें ओषजनके बाद गन्धकका स्थान है। गन्धकके विषयमें आजसे ही नहीं अपितु अतीत कालसे ही लोगों को कुछ न कुछ ज्ञान अवश्य रहा है। ज्वलन्त अथवा शान्त ज्वालामुखी पर्वतोंके समीपवर्ती स्थानोंमें यह स्वच्छ रूपमें प्राप्त हो सकता है। इसके अतिरिक्त, यह धातुओंसे संयुक्त भी पाया जाता है। दो प्रकार के यौगिक बहुधा पाये जाते हैं जिनमें गन्धककी मात्रा होती है।

१—गन्धिद, जैसे सीस गन्धिद, सीग, (गैलीना) पारद गन्धिद, पाग (सिनेवार), लोह गन्धिद, लोग$_{२}$ इत्यादि।

२—गन्धेत जैसे जिप्सम या खटिक गन्धेत, ख ग ओ$_{४}$ २ उ$_{२}$ओ तूतिया या ताम्रगन्धेत, ताग ओ$_{४}$ ५ उ$_{२}$ ओ; कसीस अर्थात लोहसगन्धेत, लो ग ओ$_{४}$. ७ उ$_{२}$ ओ; ग्लोबर लवण, या सैन्धक गन्धेत सै$_{२}$ ग ओ$_{४}$ १० उ$_{२}$ ओ।

बहुतसे खनिज-स्रोतोंके जलमें एक वाय्व्य घुला होता है जिसे उदजन गन्धिद, उ$_{२}$ ग कहते हैं। यह उदजन और गन्धकसे युक्त यौगिक है।

ज्वालामुखी पर्वतों पर गन्धक पाया जाता है। यह गन्धक वास्तवमें दो वायव्योंकी प्रक्रियासे उत्पन्न होता है। भूमिके अन्दरसे उदजन गन्धिद उ$_{२}$ ग और गन्धक द्विओषिद ग ओ$_{२}$ नामक वाष्प ऊपर आती हैं और इन दोनों में निम्न प्रकार संयोग होता है:—

२ उ$_{२}$ ग + ग ओ$_{२}$ = २ उ$_{२}$ ओ + ३ ग इस प्रकार गन्धक उपलब्ध होता है।

गन्धकका शुद्धिकरण

खनिजोंसे प्राप्त गन्धकमें अनेक अशुद्धियाँ विद्यमान रहती हैं। इनके दूर करनेकी साधारण विधि यह है कि गन्धकको एक ढालू भट्टीके अन्दर गरम करते हैं, ऐसा करनेमे कुछ गन्धक तो गन्धक द्विओषिद वायव्यमें परिणत होकर उड़ जाता है पर अधिकांश गन्धक द्रवी भूत हो जाता है। भट्टी के एक विशेष छिद्र द्वारा यह द्रव गन्धक बाहर बहा लिया जाता है जहाँ यह ठण्डा होकर ठोसाकार हो जाता है। यह गन्धक साधारण उपयोग के लिये काफी स्वच्छ होता है।

यदि इसे औरभी अधिक स्वच्छ करना हो तो निम्न विधि का उपयोग किया जासकता है। गन्धक को एक विशेष भभकेमें आगसे गरम करते हैं। इसक

वाष्पें एक ईटोंकी ठण्डी कोठरीमें ठण्डीकी जाती हैं। यहाँ यह गन्धक ठोसाकार हो जाता है। इस कोठरीका तापक्रम यदि ११५° से कम हो तो गन्धक की वाष्पें शुद्ध पीले रवादार चूर्णकेसे रूप में जम जाती हैं। इस गन्धकको गन्धकका चूर्ण कहते हैं। यदि तापक्रम ११५° से ऊपर हो तो ये वाष्पें द्रवरूप में हो जायंगी, द्रव गन्धकको सांचोंमें ढालकर तैयार कर लिया जाता है। इस प्रकारके गन्धकको गन्धक की पथरी कह सकते हैं। चारों के व्यवसाय में बहुत सी ऐसी सामग्री प्राप्त होती है जिसमें गन्धक की पर्याप्त मात्रा होती है। आजकल बहुधा गन्धक इसीविधिसे व्यापारिक मात्रामें तैयार किया जाता है। इसविधि का अब प्रचार बढ़ रहा है और ज्वालामुखी के गन्धक की उपयोगिता कम हो रही है।

गन्धक के बहुरूप

ओषोनका वर्णन करते हुए हम बहुरूपी शब्द का उपयोग करचुके है। ओषोन ओषजनका बहुरूपी पदार्थ है। इस प्रकारकी बहुरूपता ठोस पदार्थों में औरभी अधिक पाई जाती है। गन्धक कई रूपक/ उपलब्ध हो सकता है। इनका वर्णन अब यहा किया जावेगा।

(१) साधारण ज्वालामुखीगन्धक--यह बड़े बड़े अष्टफलीय सम चतुर्भुजिक सुन्दर रवों के रूप में होता है।

(२) सूच्याकार गन्धक—यह भी रवेदार गन्धक होता है। इसको इस प्रकार बनाया जा सकता है। मिट्टीकी एक घड़ियामें साधारण गन्धक लो। इसे दग्धकसे गरम करो। जब यह पूर्ण रूपसे पिघल जाय तो घड़ियाको लौ से हटा लो और ठण्डा होने दो। थोड़ी देरमें अब गन्धकके ऊपर एक पपरी जम जायगी। पर पपरीके नीचे का कुछ गन्धक अब भी द्रव ही होगा। पपरीमें सुई से दो छेद कर दो और घड़िया को उलट कर अन्दर के द्रव गन्धकको शीघ्रता से निकाल दो। थोड़ीही देर में पपरीके छेदोंमेंसे देखनेसे पता चलेगा कि अन्दर सुइयोंके आकारके कुछ सुन्दर पारदर्शक रवे हैं। यह रवे अस्थायी होते हैं। २४ घटे के बाद ये अपार दर्शक हो जायंगे और पहले प्रकारके ज्वालामुखी रवे में परिणत हो जायँगे। गन्धककी ठोस सुइयों को तोड़कर सूक्ष्म दर्शक यन्त्रसे देखनेपर पता चलेगा कि रवे भी अब ज्वालामुखी रवों के समान अष्टफलीय सम चतुर्भुजी होगये हैं। साधारण गन्धक का गुरुत्व २·०५ होता है पर सूच्याकार गन्धक का १·९६ ही होता है। साधारण गन्धक का द्रवांक ११४°·५ है पर इसका १२० है।

(३) लचलचा गन्धक—कुछ गन्धक को परख नली में गरम करो। पिघल जाने के पश्चात् भी इसे और गरम करो जब तक गन्धक का पीला स्निग्ध द्रव बिल्कुल गहरा लाल ठोस सा न हो जाय। २२०° तापक्रम के लगभग यह काला पड़ जायगा। इसको यदि ठण्डे पानी में धार के रूप मे छोड़ें तो रबर के समान लचलचा चपचपा पदार्थ प्राप्त होगा। इसे लचलचा गन्धक कहते हैं। खींचकर इसके तार बनाये जा सकते हैं। पर थोड़ी ही देर में इसका रंग पीला पड़ने लगता है और यह भंजनशील हो जाता है। इस प्रकार यह भी साधारण गन्धक में परिणत हो जाता है।

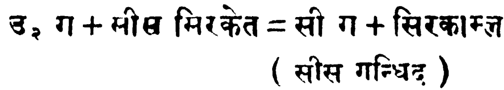
गन्धक के गुण

गन्धक पीले रंग का ठोस पदार्थ होता है। यह ४४४·५° शपर उबलने लगता है, और इसकी वाष्पों का रंग घोर लाल होता है ये वाष्पें अधिक गरम करने पर पीली पड़ जाती हैं। ये ठंडी करके स्रवित की जा सकती है। जब गन्धक खुला गरम किया जाता है तो इसमें आग लग जाती है और यह नीली लपक से जलने लगता है। यह प्रक्रिया शुद्ध ओषजन में अधिक तीव्रतासे होती है। गन्धकके जलनेसे गन्धक द्विओषिद, ग ओ$_2$, बनता है जो बेरंग का वायव्य है। इसमें बड़ी तीक्ष्ण गन्ध होती है। गन्धक

जल में अघुल है पर मद्य में थोड़ा सा घुल जाता है कर्बन— द्वि गन्धिद में यह पूर्णतः घुलनशील है।

उदजन गन्धिद उ₂ ग

यदि गोलाकार नलिका में जलते हुये गन्धक के ऊपर उदजन वायव्य प्रवाहित किया जाय, तो एक या दो प्रतिशतक के लगभग मात्रा में उदजन गन्धक से संयुक्त होकर उदजन गन्धिद नामक वायव्य बनावेगा। छन्ना कागज को सीससिरकेत के घोल में भिगोकर उदजनगन्धिद गैस के सामने लाने से इसका रंग काला पड़ जायगा क्योंकि सीसगन्धिद काला होता है—



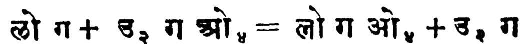
उ₂ ग + सीस सिरकेत = सी ग + सिरकाम्ल
(सीस गन्धिद)

उदजन गन्धिद के पहिचान के लिये यह विधि बहुत ही उत्तम है।

उदजन गन्धिद बनाने की विधि—१ किसी धातुगन्धिद के ऊपर अम्ल के संयोग करने से उदजन गन्धिद वायव्य बहुत सरलता से उपलब्ध हो सकता है। यह धातु गन्धिद जिनका वर्णन आगे दिया जायगा, खनिज पदार्थों के रूप में प्राप्त होते हैं और धातुओं को गंधक के साथ पिघला कर भी बनाये जा सकते हैं। उदजन गन्धिद बनानेके लिये लोह गन्धिद, लो ग, और गन्धकाम्लका बहुधा उपयोग किया जा सकता है। गन्धिदके ऊपर हलका गन्धकाम्ल छोड़ने से यह वायव्य बहुत शीघ्रतासे निकलने लगता है। गन्धकाम्लके स्थानमें उदहरिकाम्ल भी लिया जा सकता है। प्रक्रियाय इस प्रकार हैः—



लो ग + २ उ ह = लो ह₂ + उ₂ ग



लो ग + उ₂ ग ओ₄ = लो ग ओ₄ + उ₂ ग

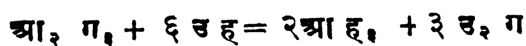
इस प्रकार उदहरिकाम्लके साथ लोह हरिद, लोह₂, और गन्धकाम्लके साथ लोह गन्धेत, लो ग ओ₄, बनता है।

इस गैसको अधिक मात्रामें बनानेके लिये एक विशेष यन्त्र बनाया गया है। जिसे 'किप्स का यन्त्र' कहते हैं। इससे लाभ यह है कि जिस समय जितना उदजन गन्धिद चाहिये, बना लिया जा सकता है, और शेष बचा हुआ अम्ल और गन्धिद व्यर्थ नहीं होता है। इसमें काँचके तीन गोले होते हैं। नीचे के दो गोले एक नलिकादार गर्दनसे जुड़े होते हैं और तीसरे गोलेकी लम्बी नली दूसरे गोलेके मुँहमें ठीक जम कर बैठ जाती है। इस ऊपर वाले गोलेकी नली इतनी लम्बी होती है कि यह सब से नीचेके गोलेकी पेंदीके लगभग पहुँचजाती है। बीच वाले गोलेमें लोहगन्धिदके टुकड़े रखते हैं, ऊपर वाले गोलेके मुँहमें कीप लगा कर हल्का गन्धकाम्ल नीचेके गोलेमें तब तक छोड़ते हैं, जब तक नीचेका गोला पूरा न भर जाय और कुछ गन्धकाम्ल लोह गन्धिदके ऊपर न आजाय। बीचके गोलेमें एक सूराख होता है, जिस में एक पेंचदार नलिका लगी होती है। उदजन गन्धिद इसी पेंचके खोलनेसे बाहर निकलने लगता है और जब गैसकी आवश्यकता न हो तो पचको बन्द करदेते हैं। जो कुछ गैस अन्दर जमा हो जाती है उससे दबावके कारण गन्धिदके ऊपरका अम्ल नली द्वारा होकर ऊपरके अम्लमें पहुँच जाता है। इस प्रकार गन्धिद अम्लके प्रभावसे बच जाता है। इस प्रकार जब जितनी गैसकी आवश्यकता हो तब उतनी ही गैस बना ली जाती है और शेष गन्धिद बिना परिवर्तित हुए ही बच रहता है।

२—यह गैस पूर्णतः शुद्ध नहीं होती है क्योंकि खनिज लोहगन्धिदमें बहुत सी और अशुद्धियाँ विद्यमान रहती हैं। लोह गन्धिद में लोहके चूर्ण भी विद्यमान रहते हैं जो अम्ल द्वारा उदजन उत्पन्न करते हैं। इस प्रकार उदजन गन्धिद वायव्यके साथ थोड़ा सा उदजन वायव्य भी मिला होता है जिसका अलग करना अत्यन्त कठिन है।

यदि पूर्णतः शुद्ध उदजन गन्धिद बनाना हो तो खनिज आञ्जन-गन्धिद, आ₂ग₃ और उदहरिकाम्लका उपयोग करना चाहिये। यह गन्धिद पूर्णतः शुद्ध होता है। इस प्रक्रियाके लिये गन्धिदको अम्लके साथ

गरम करनेकी आवश्यकता होती है। यह प्रक्रिया इस प्रकार है:—


आ₂ ग₃ + ६ उ ह = २आ ह₃ + ३ उ₂ ग

उदजन गन्धिदके गुण—यह बेरंगका वायव्य है। इसका स्वाद मीठा सा होता है। इसमें सड़े अण्डोंके समान तीक्ष्ण और कटु दुर्गन्ध होती है। यह विषैला होता है और यदि शुद्ध अवस्थामें सूँघ लिया लिया जाय तो मूर्च्छना पैदा कर देता है, बहुत देर तक सूँघने से मृत्यु तक हो सकती है। इस हेतु किप्स-यन्त्र को या तो बन्द अलमारी या खुली हवामें रखना चाहिये।

उदजन गन्धिद वायव्य को एक बेलनमें गरम पानीके ऊपर संचित करो। बेलनके मुँहके पास एक दियासलाई जला कर लाओ। गैस नीली लपकसे जलने लगेगी। इस प्रक्रियामें उदजन-गन्धिद वायुके ओषजन से संयुक्त होता है। इसका उदजन पानीमें परिणत हो जाता है, और कुछ गन्धक का गन्धक द्विओषिद बन जाता है। प्रक्रियायें इस प्रकार हैं:—


२ उ₂ ग + ओ₂ = २ उ₂ ओ + २ ग ···(१)


२ उ₂ग + ३ ओ₂ = २ उ₂ ओ + २ ग ओ₂ ···(२)

अन्य वायव्योंके समान इस वायव्य का भी द्रवीकरण हो सकता है। अकेले दबावसे या तापक्रम के कम करने से ही यह द्रव हो जाता है। अगर यह —६२° तक ठंडा किया जाय तो यह बेरंगका द्रव हो जायगा। पर तापक्रम—८५° कर देने से यह बर्फके समान ठोस हो जाताहै। केवल दबावसे द्रवीभूत करनेके लिये १७ वायु मंडल (वातावरण) दबावकी आवश्यकता होगी।

गन्धिद

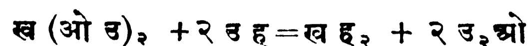
यह पहिले लिखा जा चुका है कि लोह चूर्णको गन्धकके पीले चूर्ण के साथ गरम करनेसे लोह गन्धिद बनता है। इसी प्रकार तांबेके बुरादे, और गन्धक चूर्णके मिश्रणको गरम करनेसे ताम्र गन्धिद, ताग, बनता है। यह काले रंग का होता है।

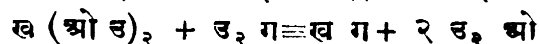
गन्धक और ओषजनके यौगिकोंमें बहुत समता है। जिस प्रकार धातु ओषजनसे संयुक्त होकर ओषिद बनाते हैं उसी प्रकार गन्धक उसे संयुक्त होकर गन्धिद बनाते हैं। नीचेकी सारिणीमें ओषिदों और गन्धिदोंके रूप की समता प्रदर्शित की जाती है।

ओषिद—उ₂ ओ, क ओ₂, स्फु₂ ओ₅ पां उ ओ, ख ओ, लो ओ।

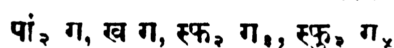
गन्धिद—उ₂ ग, कग₂ स्फु₂ ग₅, पां ग उ, ख ग, लो ग

गन्धिदोंको उदजन गन्धिद नामक क्षीण अम्ल का लवण भी माना जा सकता है। जिस प्रकार उदहरिकाम्ल और खटिक उदौषिद मिल कर खटिक हरिद बना सकते हैं उसी प्रकार उदजन गन्धिद और खटिक उदौषिद मिलकर खटिक गन्धिद बना सकते हैं।


ख (ओ उ)₂ + २ उ ह = ख ह₂ + २ उ₂ओ


ख (ओ उ)₂ + उ₂ ग = ख ग + २ उ₂ ओ

गन्धक ऋणात्मक द्विशक्तिक है, यह भिन्न भिन्न-शक्तिक तत्त्वों से यौगिक निम्न प्रकार बनाता है—


पां₂ ग, ख ग, स्फ₂ ग₃, स्फु₂ ग₅

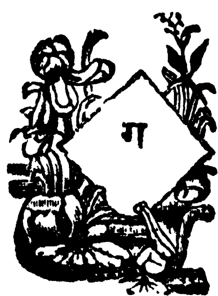
खनिजों के रूप में बहुत से गन्धिद उपलब्ध होते हैं। जैसे गेलीना, सीग; सिनेवर, पा ग; दस्तम् ब्लैंडी द ग; लोह पाइरायटीज़, लोग₂; ताम्र पाइरायटीज़, ता₂ ग; लो₂ ग₃; इत्यादि।

प्रयोगात्मक रसायनकी विश्लेषिक परीक्षाओंमें गन्धिदोंका बड़ा उपयोग होता है। धातुओं को कई समूहों में विभक्त किया गया है। पारदम्, सीसम् विशद, ताम्रम्, संदस्तम्, आञ्जनम्, संक्षोणम् और वङ्गम् धातुओं के घुलनशील लवणों के घोल में थोड़ा सा हल्का उदहरिकाम्ल डाल कर उदजन गन्धिद वायव्य प्रवाहित करनेसे केवल इन धातुओंके गन्धिदों का ही अवक्षेप प्राप्त होगा, अन्य का नहीं। ये अवक्षेप भिन्न भिन्न रंगों के होते हैं जैसा कि नीचे दिया जाता है।

पारद गन्धिद, पा ग—आरम्भ में कुछ पीला पर फिर काला हो जाता है।

बारहवां अध्याय

गन्धकके ओषिद और अम्ल



त अध्यायमें गन्धकके कुछ गुणों और उद्जनगन्धिद्के विषय में लिखा जा चुका है। गन्धक ओषजनसे संयुक्त हो कर भिन्न भिन्न प्रकारके यौगिक बनाता है। इन यौगिकों में से गन्धक-द्विओषिद, ग ओ२ और गन्धक-त्रिओषिद, गओ३, अधिक उपयोगी हैं। इनका ही वर्णन अब यहां दिया जावेगा।

गन्धक द्विओषिद, $गओ_2$

गन्धक द्विओषिद का थोड़ा बहुत ज्ञान तो बहुत दिनों से लोगोंको है पर सबसे प्रथम प्रीस्टले (सं० १८३१ वि०) ने इसे शुद्ध रूपमें प्राप्त किया था। यह तीव्र गन्धकाम्ल, $उ_2 गओ_4$ को, जिसका वर्णन आगे दिया जावेगा, पारद् के साथ गरम करके प्राप्त किया गया था। सं० १८३४ वि०में फ्रेञ्च वैज्ञानिक लवाशिये ने इसका संगठन निश्चित किया। इसका सूत्र $गओ_2$ है।

जब गन्धक वायु में जलाया जाता है तो यह पिघलने लगता है, और फिर ज्यों ज्यों तापक्रम में वृद्धि होती है, धीरे धीरे यह जलने लगता है। इस समय यदि अंधेरे में देखा जाय तो इसमें हलकी सी दीप्ति प्रत्यक्ष होगी। इसका कारण यह है कि २४०°श तापक्रमके लग भग गन्धककी वाष्पों का ओषदीकरण होने लगता है। ३६३° के निकट गन्धक में आग लग जाती है और यह नीली लपक से जलने लगता है। इस समय कुछ गन्धक द्विओषिद $गओ_2$ और कुछ गन्धक त्रिओषिद $गओ_3$ जनित होता है।

गन्धक द्विओषिद के बनाने की मुख्य विधियाँ नीचे दी जाती हैं।

(१) प्रयोग शालाओं के उपयोग के लिये गन्धक द्विओषिद ताम्रके छीलन या चूर्ण और संपृक्त गन्धकाम्ल को गरम करके बनाया जाता है। एक कुप्पी में ताम्र चूर्ण (छीलन) रखो और उसके ऊपर संपृक्त गन्धकाम्ल डालदो। कुप्पीके मुंह मे एक काग लगाओ जिसमें दो छेद हों। एक छेद में पेंचदार कीप और दूसरे में वाहक नली लगादो। पेंचदार कीप में गन्धकाम्ल और भर दो कुप्पी को वाष्प कुंडी पर सावधानी से गरम करो। जब गन्धक द्विओषिद निकलने लगे तो फिर धीरे धीरे गरम करो जिससे गैस का वेग नियमित रहसके। इसको गैस भरने के बेलनों में भरलो अथवा पानी में प्रवाहित करके संपृक्त घोल बना लो। यह पानी में काफी घुलन शील है।

इस प्रयोगकी प्रक्रिया इस प्रकार है—

ता + २ उ$_2$ गओ$_4$ = ता ग ओ$_4$ + २उ$_2$ओ + गओ$_2$

२. ताम्रके स्थानमें पारद, अथवा रजत का भी उपयोग किया जासकता है। इन धातुओंको तीव्र गन्धकाम्ल के साथ गरम करनेसे भी गओ$_2$ प्राप्त हो सकता है।

पा + २उ$_2$गओ$_4$ = पा गओ$_4$ + २उ$_2$ओ + गओ$_2$

२र + २उ$_2$गओ$_4$ = र$_2$ गओ$_4$ + २उ$_2$ओ + गओ$_2$

३. कोयलेको तीव्र गन्धकाम्लके साथ गरम करनेसे कोयला कर्बन द्विओषिदमें परिणत होजायगा और गन्धक द्वि-ओषिद प्राप्त होजायगा—

क + २उ$_2$गओ$_4$ = २ गओ$_2$ + क ओ$_2$ + २उ$_2$ओ

४. यदि यह वायव्य व्यापारिक मात्रामें उत्पन्न करना हो तो गन्धक या लोह पाइरायटीज़, लोग$_2$, को गरम करना चाहिये। गन्धकाम्लके बनानेमें इस विधि का उपयोग किया जाता है जिसका वर्णन आगे दिया जावेगा।

५. गन्धक और तीव्र गन्धकाम्ल को साथ साथ गरम करनेसे शुद्ध गन्धकद्विओषिद बनाया जा सकता है:—

ग + २उ$_2$ गओ$_4$ = ३गओ$_2$ + २उ$_2$ओ

६. गन्धितों और अर्धगन्धितों को तीव्र गन्धकाम्लके साथ गरम करनेसे भी गन्धकद्विओषिदकी शुद्ध मात्रा प्राप्त होसकती है। सैन्धक अर्धगन्धित सै-उगओ$_3$ इस कामके लिये अत्यन्त उपयोगी है:—

सै उ गओ$_3$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = सै उगओ$_4$ + उ$_2$ ओ + गओ$_2$

सैन्धक गन्धित, सै$_2$ गओ$_3$ के उपयोग करनेमें प्रक्रिया निम्न प्रकार होगी—

सै$_2$ ग ओ$_3$ + उ$_2$गओ$_4$

= सै$_2$गओ$_4$ + उ$_2$ओ + ग ओ$_2$

गन्धकद्विओषिदके गुण—यह कटु दुर्गन्ध वाला नीरंग विषैला वायव्य है। गन्धकके जलानेमें जो दुर्गन्ध प्रतीत होती है वह इसी वायव्य के कारण है। यह वायुकी अपेक्षा २.२६४ गुणा भारी है। यह किसी वस्तुके जलनेमें साधक नहीं होता है। पांशुजम् धातु इसमें जल उठती है। निम्न प्रक्रिया इस जलउठनेका कारण है:—

४ पां + ३गओ$_2$ = पां$_2$गओ$_4$ (गन्धित) + पां$_2$ ग$_2$ ओ$_3$ (गन्धकीगन्धेत)

यह वायव्य जलमें बहुत घुलनशील है। ०° श तापक्रम पर १ भाग (आयतनसे) जलमें यह ८० भागके लगभग घुलजाता है। पर यह पारद के ऊपर संचित किया जा सकता है। रोगाणुनाशक होनेके कारण यह ओषधिके रूपमें उपयुक्त होता है।

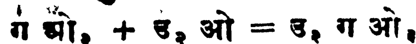
अन्य वायव्योंकी अपेक्षा यह वायव्य अधिक सुगमतासे द्रवीभूत किया जा सकता है। तापक्रमको केवल ८°श तक ठंडा करनेसे ही यह द्रव हो जायगा अथवा १.५३ वातावरण दबाव डालनेसे तो यह ०°श पर भी द्रवीभूत हो सकता है। इस प्रकार यदि कुप्पीमें बनते हुए गन्धक द्विओषिदको द्रावक मिश्रण में रक्खी हुई कांचकी चक्करदार नलीसे प्रवाहित किया

जाय तो यह द्रवीभूत हो जायगा । द्रावक मिश्रण (freezing mixture) २ भाग बर्फ में १ भाग साधारण नमक मिलाकर बनाया जाता है । इस मिश्रण द्वारा तापक्रम —१८ श तक कम किया जा सकता है ।

द्रव गन्धक द्विओषिद नीरंग पदार्थ है जिसका क्वथनांक —८ है । यदि तापक्रम -७६ कर दिया जाय तो यह पारदर्शक ठोस पदार्थ हो सकता है

संगठन—विशेष प्रकार के आयतन मापकमें ओषजन भर कर उसमें गन्धक जलाकर यह प्रदर्शित किया जा सकता है, कि उसी दबाव पर जो आयतन ओषजन का था वही आयतन उतने ओषजनसे जनित गन्धकका द्विओषिदका होगा । इससे स्पष्ट है कि गन्धक द्विओषिदमें अपने आयतनके बराबर ही ओषजनका आयतन है । यह भी मालूम किया गया है कि यह वायव्य उदजनकी अपेक्षा ३२ गुणा भारी है । अतः २२·४ लिटर गैसका भार ३२×२ = ६४ ग्राम हुआ । पर इतने ही ओषजनका भार ३२ ग्राम होता है । अतः इस वायव्यमें शेष ३२ ग्राम (६४ — ३२ = ३२) गन्धक हुआ । इस प्रकार इसके एक अणुमें गन्धकका एक परमाणु है जिसका परमाणु भार ३२ है और दो परमाणु ओषजनके हैं । इस प्रकार इसका सूत्र ग ओ२ हुआ ।

गन्धसाम्ल (Sulphurous Acid)—उ२गओ३ यह कहा जा चुका है कि गन्धक द्विओषिद जलमें घुलनशील है । यह जलीय घोल नील द्योतक पत्र को लाल कर देता है । इस प्रकार यह प्रतीत होता है कि जलमें कोई अम्ल विद्यमान है । वास्तवमें गओ२ जलके संसर्ग से निम्न प्रक्रियाके अनुसार गन्धसाम्ल बनाता है—



गओ२ + उ२ओ = उ२ग ओ३

यदि अम्लीय घोल को गरम किया जाय तो गओ२ फिर निकलने लगेगा ।



उ२गओ३ = उ२ओ + गओ२

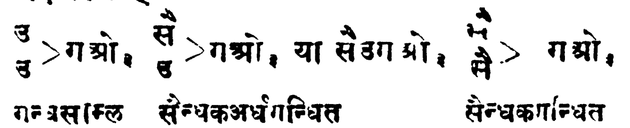
यह अम्ल निर्बल अम्ल है । यदि ०° श तापक्रम पर जल इस वायव्य द्वारा संपृक्त कर दिया जाय तो एक रवेदार पदार्थ जमा होने लगेगा जिसे गन्धसाम्ल का उदेत (hydrate) कहते हैं ।

गन्धित—(Sulphites) अन्य अम्लों के समान यह अम्ल भी लवण बनाता है । इन लवणों को गन्धित कहते हैं । जैसे गन्धसाम्ल और दाहकक्षार, सैन्धक उदौषिद के संसर्ग से सैन्धक गन्धित—



२ सै ओउ + उ२ गओ३ = सै२ गओ३ + २उ२ओ

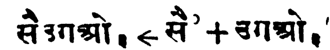
एक बात ध्यान रखने योग्य है । गन्धसाम्ल में उदजन के दो परमाणु ऐसे हैं जिन्हें हम धनात्मक मूलों द्वारा स्थापित कर सकते हैं । पर यह आवश्यक नहीं है कि दोनों उदजन स्थापित हो ही जायँ । ऐसा भी होगा कि कभी कभी १ उदजन के स्थान में तो सैन्धकम् आदिका एक अणु आ जाय पर दूसरा उदजन अपरिवर्तित रह जाय । जिस अम्लमें इस प्रकार दो स्थापनीय उदजन परमाणु होते हैं उन्हें द्विभस्मिक (dibasic) कहते हैं । निम्न सूत्रों द्वारा गन्धसाम्ल द्वारा प्रदत्त अर्धगन्धित और गन्धितों का भेद स्पष्ट है—



उ/उ > गओ३, सै/उ > गओ३, या सैउगओ३, सै/सै > गओ३

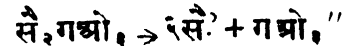
गन्धसाम्ल सैन्धकअर्धगन्धित सैन्धकगन्धित

सैन्धक अर्ध गन्धित को अम्ल सैन्धक गन्धित कहते हैं । शुद्ध गन्धित का अम्लीय मूल-उगओ३' एक-शक्तिक है, पर गन्धितों का अम्लीयमूल-गओ३'' द्विशक्तिक है । उनमें विद्युत् पृथक्करण निम्न प्रकार होता है ।



सैउगओ३ ⇌ सै' + उगओ३'

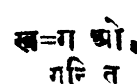
अर्धगन्धित



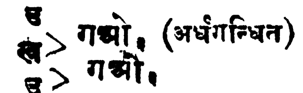
सै२गओ३ ⇌ २सै' + गओ३''

गन्धित

खटिकगन्धित और अर्धगन्धित निम्न प्रकार प्रदर्शित किये जावेंगे ।



ख=ग ओ३
गन्धित



उ/ख > गओ३ (अर्धगन्धित)
उ > गओ३

यह अर्धगन्धित रोगाणुनाशक-क्रियाओं में अधिक उपयुक्त होते हैं। पांशुज और सैन्धक गन्धित और अर्धगन्धित दोनों फोटोग्राफी के काम में भी उपयोगी सिद्ध हुए हैं।

गन्धकत्रिओषिद ग ओ$_3$

बनाने की विधियां :—

(१) यदि किसी नली में रक्त तप्त (५०० श) परौप्यम् स्पंज अथवा परौषिद ए बेस्टसके ऊपर गन्धक द्विओषिद ग ओ$_2$ और ओषजनका मिश्रण प्रवाहित किया जाय तो गन्धक त्रिओषिद ग ओ$_3$ नामक वायव्य प्राप्त होता है जिसमें घनी श्वेत वाष्पें होती हैं :—

२ ग ओ$_2$ + ओ$_2$ = २ ग ओ$_3$

यह त्रिओषिद यदि द्रावक मिश्रणमें प्रवाहितकर ठंढा किया जाय तो श्वेत रेशमी सुइयोंके आकारके लम्बे सुन्दर रवे प्राप्त होंगे। इनके प्राप्त करनेके लिये यह परमावश्यक है कि यन्त्रका प्रत्येक भाग शुष्क होना चाहिये। यदि थोड़ी सी भी नमी होगी तो द्रव गन्धकाम्ल बना जायगा।

(२) गन्धक द्विओषिद और ओषोन ओ$_3$ के मिलनेसे एक दम त्रिओषिद बन सकता है:—

३ ग ओ$_2$ + ओ$_3$ = ३ ग ओ$_3$

(३) तीव्र गन्धकाम्लमें स्फुर पंचौषिद मिलाकर गरम करनेसे भी यह प्राप्त हो सकता है। स्फुर पचौषिद गन्धकाम्लमेंसे जलका एक अणु पृथक् कर लेता है :—

उ$_2$ ग ओ$_4$ + स्फु$_2$ ओ$_5$ = ग ओ$_3$ + २उस्फु ओ$_3$

(४) नार्डहौसनके गन्धकाम्लको सावधानीसे स्रवित करनेसे भी यह प्राप्त हो सकता है। वस्तुतः नार्डहौसनका गन्धकाम्ल गन्धकाम्ल और गन्धक त्रिओषिदका सम्मिश्रण होता है।

ग ओ$_3$ के गुण — यह दो प्रकारका होता है—एक तो द्रव जिसका क्वथनांक ४४.५२° है। ठोस होने पर इसके पारदर्शक रवे प्राप्त होते हैं जिनका द्रवांक १६.८° है। इसका घनत्व २०° पर १.९२५५ है। यही त्रिओषिद यदि थोड़ेसे जल कण की (नमी में) विद्यमानता में कुछ समय के लिये रख छोड़ा जाय तो एसबेस्टस के समान रेशमी रवे बन जायँगे। इसे दूसरे प्रकार का गन्धक त्रिओषिद कह सकते हैं। ५०° श तक गरम करनेसे यह फिर पहले प्रकारके गन्धकत्रिओषिदमें परिणत हो जायगा।

संगठन — जब गन्धकत्रिओषिद रक्तत प्तनलिकामें प्रवाहित किया जाता है तो बराबर आयतनका गन्धक द्विओषिद और आधे आयतनका ओषजन जनित होता है। इस वायव्यका वाष्प घनत्व ४० है अतः परमाणुभार ८० और इस प्रकार सूत्र ग ओ$_3$ हुआ।

२ ग ओ$_3$ = २ ग ओ$_2$ + ओ$_2$
२ आय'   २आय'   १ आय'

गन्धकाम्ल उ$_2$ ग ओ$_4$

गन्धकाम्लके समान अधिक उपयोगी अम्ल कोई भी नहीं है। इसकी उत्पत्ति पर ही अन्य अम्लों की उत्पत्ति निर्भर है। जो देश जितना ही अधिक यह अम्ल उत्पन्न कर सकेगा उतनीही उसकी अधिक वृद्धि होगी।

गन्धकाम्ल की उत्पत्ति के लिये ४ पदार्थों की आवश्यकता है।

(१) गन्धक द्विओषिद ग ओ$_2$
(२) भाप
(३) वायु
(४) नोषिकाम्ल की वाष्पें

इन चारों का मिश्रण एक बड़े कमरे में जिसका फर्श और अस्तर सीसम् का हो प्रवाहित किया जाता है।

प्रक्रियायें इस प्रकार सुगमता से समझी जा सकती हैं। गन्धक द्विओषिद जल वाष्प से संयुक्त हो कर पहले गन्धकाम्ल बनाता है.—

उ$_2$ ओ + ग ओ$_2$ = उ$_2$ ग ओ$_3$

यह गन्धसाम्ल वायुके ओषजन द्वारा ओषदीकरणको प्रक्रियासे गन्धकाम्लमें परिणत हो जाता है।

उ$_2$ ग ओ$_3$ + ओ = उ$_2$ ग ओ$_4$

देखनेमें तो ये प्रक्रियायें बहुत ही सरल ज्ञात होती हैं पर व्यापारिक सफलता प्राप्त करनेके हेतु यह इतना सुगम कार्य नहीं है। यह ओषदीकरण वायुमंडलमें बहुत धीरे धीरे होता है।

इस प्रक्रिया को सफली भूत बनाने के हेतु नोषिकाम्ल का आश्रय लिया जाता है इनकी प्रक्रियायें आगे लिखी जांयगी।

(क) गन्धक अथवा लोह पाइरायटीजको जला कर गन्धक द्विओषिद बनाया जाता है।

(ख) चिली के शोरे, सैन्धक नोषेत सै नो ओ$_3$ पर गन्धकाम्लके प्रभाव मे नोषिकाम्ल उ नो ओ$_3$ बनाया जाता है—

उ$_2$ ग ओ$_4$ + २ सै नो ओ$_3$ = २ उ नो ओ$_3$ + सै$_2$ ग ओ$_4$

(ग) गन्धक द्विओषिद ग ओ$_2$ और नोषिकाम्ल का मिश्रण साथ साथ प्रवाहित किया जाता है जिससे नोषिकाम्ल का निम्न प्रकार अवकरण होता है।

ग ओ$_2$ + २ उ नो ओ$_3$ = उ$_2$ ग ओ$_4$ + २ नो ओ$_2$

नो ओ$_2$ + ग ओ$_2$ + उ$_2$ ओ = उ$_2$ ग ओ$_4$ + नो ओ

इस प्रकार गओ$_2$ का गन्धकाम्ल बनता है और नोषिक ओषिद, नो ओ, आगे काम आता है।

(घ) नोषिक ओषिद वायुके ओषजनसे तत्क्षण संयुक्त होकर फिर नोषजन द्विओषिद अथवा नो$_2$ओ$_4$ में परिणत हो जाता है —

२ नो ओ + ओ$_2$ = २ नो ओ$_2$

२ नो ओ + ओ$_2$ = नो$_2$ ओ$_4$

(ङ) यह नो ओ$_2$ फिर पूर्ववत् गन्धकद्विओषिदसे प्रक्रिया करके गन्धकाम्ल बना देता है—

नो ओ$_2$ + ग ओ$_2$ + उ$_2$ ओ = उ$_2$ ग ओ$_4$ + नो ओ

इस प्रकार यह प्रक्रिया लगातार होती रहती है, और आरम्भमें थोड़ेसे ही नोषिकाम्लकी आवश्यकता होती है। नोषिकाम्लको वाष्पका काम गन्धक द्विओषिदको। वायुके ओषजन द्वारा ओषदीकरण करानेका है। वायुमंडलका जो ओषजन सीधी तरहसे ग ओ$_2$ से संयुक्त नहीं होता था वह इस टेढ़ी प्रक्रिया द्वारा उपयुक्त हो जाता है।

यदि भापका उपयोग इस प्रक्रियामें न किया जाय तो एक प्रकारके श्वेत रवे प्राप्त होते हैं, जिनका सूत्र उ ग ओ$_3$ (नो ओ$_2$) है। इसे सीस-कमरेके रवे कहते हैं।

२ उ नो ओ$_3$ + २ ग ओ$_2$

$= २ \text{ ग ओ}_2 < \begin{matrix}\text{ओ उ}\\ \text{नो ओ}_2\end{matrix}$

यह पदार्थ ऐसा गन्धकाम्ल ही समझना चाहिये जिसमें एक उदौषिल मूलक स्थानमें एक नोषो मूल —नो ओ$_2$ स्थापित कर दिया गया हो।

$\text{ग ओ}_2 < \begin{matrix}\text{ओ उ}\\ \text{ओ उ}\end{matrix}$ गन्धकाम्ल

$\text{ग ओ}_2 < \begin{matrix}\text{ओ उ}\\ \text{नो ओ}_2\end{matrix}$ श्वेतरवे

जब इन रवों पर भाप प्रवाहित की जाती है तो गन्धकाम्ल और नोषसाम्ल (जिसमें लालवाष्पें निकलती हैं) बन जाता है—

$\text{ग ओ}_2 < \begin{matrix}\text{ओ उ}\\ \text{नो ओ}_2\end{matrix} + \text{उ}_2\text{ ओ}$

$= \text{ग ओ}_2 < \begin{matrix}\text{ओ उ}\\ \text{ओ उ}\end{matrix} + \text{उ नो ओ}_2$

गन्धकाम्ल नोषसाम्ल

गन्धकाम्लको व्यापारिक मात्रामें उपलब्ध करनेके हेतु यह परमावश्यक है कि सब वायव्यों—१. गन्धक द्विओषिद २. नोषिकवाष्पें, ३. वायु ४. भाप—का अनुपात ठीक रखा जाय। यदि कमरोंमें बहुत भाप प्रवाहित कर दी जायगी तो वे बहुत गरम हो जायँगे और उपलब्ध गन्धकाम्ल हलका भी पड़ जायगा।

यदि नोषिक वाष्पों कम होगी तो गन्धकोषिदका ओषदीकरण भी पूर्णतः न होगा। यदि वायु आवश्यकता से अधिक प्रविष्ट करा दिया गया तो अन्य वायव्यों के हल्के पड़ जानेसे प्रक्रिया उचित तीव्रतासे न होगी। तात्पर्य्य यह है कि सब वायव्योंके अनुपात ठीक होने चाहिये।

एक लम्बी ऊंची चिमनी में वायु गरम किया जाता है। इसके झोंके से वायव्य मिश्रण (गन्धक द्विओषिद + वायु + नोषिक ओषिद) सीस धातुके कमरोंमें प्रवाहित किया जाता है। इस विधिमें वायुके साथ मिली हुई नोषसवाष्पें कमरोंके दूसरी ओर निकलने लगती हैं और इस प्रकार व्यर्थ जाती हैं। अतः कमरोंके दूसरे सिरे पर एक मीनार बनाई जाती है जिसे गेल्यूजक-स्तम्भ कहते हैं। यहाँ ये लाल नोषस वाष्प अभिशोषित हो जाती हैं। इस स्तम्भमें ठंडा तीव्र गन्धकाम्ल बूंद बूंद टपकता रहता है। यह गन्धकाम्ल नोषस वाष्पों द्वारा नोषी भूत होकर पूर्वोल्लेखानुसार गओ₂ ओउ नोओ₂ बन जाता है। यह नोषीभूत गन्धकाम्ल दूसरे स्तम्भमें जिसे ग्लोवर स्तम्भ कहते हैं टपकाया जाता है। इस ग्लोवर स्तम्भमें पाइरायटीज की भट्टीमेंसे जनित गन्धक द्विओषिद प्रवाहित होता रहता है। यह गओ₂ दो काम करता है। उपर्युक्त नोषीभूत गन्धकाम्लके साथ मिश्रित नोषस वाष्पोंको यह पृथक् कर देता है और साथ साथ सीस धातुके कमरेमें प्रविष्ट होनेसे पूर्व ही गरम गैस ठण्डी पड़ जाती है। इसी समय हलका अम्ल पानीके दूर होजानेसे जो भापके रूपमें प्रविष्ट हुआ था धीरे धीरे संपृक्त हो जाता है। इस प्रकार यह गन्धकाम्ल की उत्तरोत्तर उत्पत्ति में सहायक होता है।

सीस-कमरेमें बना हुआ गन्धकाम्ल हलका होता है जिसका घनत्व १·६ है। इस अम्ल को संपृक्त करनेके लिये इसे सीसम् धातुके बने हुए कड़ाहों में गरम कर वाष्पीभूत करते हैं जब तक घनत्व १·७२ न हो जाय। इस अम्लका नाम 'तूतियेका भूरा तैल' तू-भू. तै. (B. O. V-Brown oil of vitriol) है। इसको और अधिक संपृक्त करनेके लिये सीसम् धातु के बर्तनोंका उपयोग नहीं किया जा सकता है क्योंकि अधिक संपृक्त अम्ल सीसम् को खा जाता है तू. भू. तै. को अतः परागैप्यम् अथवा काँचके बर्तन में वाष्पीभूत करना चाहिये। इस प्रकार प्राप्त अम्ल अधिक शुद्ध नहीं होता है। इसमें नोषस वाष्प और गन्धकद्वि ओषिद तो होता ही है पर लोह पायराइटीज में वर्तमान अशुद्धि संक्षीणम् भी इसमें मिली होती है और साथ ही साथ सीसम् कमरों की और विशेषतः सीस कड़ाहों का कुछ सीस गन्धेत भी होता है। अतः शुद्ध अम्ल प्राप्त करनेके लिये इसे फिर स्रवित करना चाहिये। पहले ही स्रवित पदार्थमें सब उड़नशील अशुद्धियाँ होंगी, तत्पश्चात् शुद्ध संपृक्त अम्ल होगा। इस अम्लमें नोषस वाष्प, संक्षीणम् सीसम् आदि कुछ न होंगे और न कार्बनिक पदार्थ की ही अशुद्धियाँ होंगी।

गन्धकाम्ल की संपर्क-विधि

(Contact Process of sulphuric acid)

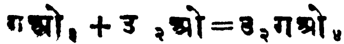
आजकल व्यापारिक मात्रा में गन्धकाम्ल सम्पर्क विधि के उपयोग से बनाया जाता है। लोह पाइरायटीज को जलाकर ७ प्रतिशतक गओ₂, और १० % ओषजन और ८३ % नोषजन के मिश्रण को अत्यन्त सावधानी से धोकर, ठण्डा करके सुखा लेते हैं। इस प्रकार वायव्यों के मिश्रण में से संक्षीणम् और अम्ल एव जल कण सभी पृथक कर लिये जाते हैं। इस गैस-मिश्रण को फिर लोहे की नलियों मे भरे हुए पर रौप्यिद एसबेस्टस पर प्रवाहित करते हैं जो बहुत जोरों से गरम किया जाता है। ३००°श ताप क्रम के लगभग गओ₂ और ओषजन में संयोग आरम्भ होता है। अब इसके बाद बाहर से गरम करनेकी कोई अवश्यकता नहीं होती है क्योंकि संयोग-प्रक्रिया द्वारा जनित तापही उत्तरोत्तर संयोगके हेतु समुचित होता है। गन्धक त्रिओषिद निम्न प्रकार बन जाता है:—



२गओ₂ + ओ₂ = २गओ₃

यह त्रिओषिद तीव्र गन्धकाम्ल में अभिशोषित किया जाता है और समय समय पर जल की आवश्यक

मात्रा इसमें छोड़ते जाते हैं। इस प्रकार बहुत तीव्र अम्ल उपलब्ध हो जाता है:—



गओ$_3$ + उ$_2$ओ = उ$_2$गओ$_4$

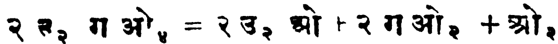
गओ$_3$को तीव्र गन्धकाम्ल में प्रवाहित करने से वाष्पितगन्धकाम्ल (fuming sulphuric Acid बन सकता है।

गन्धकाम्ल के गुण:—

स्रवित होने के उपरान्त भी गन्धकाम्ल में २ % के लगभग जल विद्यमान रह जाता है जो इस प्रकार पृथक् नहीं किया जा सकता है। परन्तु गन्धकाम्ल को ठण्डा करने में उ$_2$गओ$_4$ के रवे प्राप्त होते हैं जिनका द्रवांक १०·५° श है। तीव्र गन्धकाम्ल तैल के समान द्रव है जिसका ०° श पर घनत्व १·८५४ होता है।

शुद्ध अम्ल गरम करने से ३०° श पर वाष्पित होने लगता है जिसका कारण यह है कि इसका कुछ भाग गओ$_3$ और उ$_2$ ओ में विभाजित हो जाता है। इस विभाजनकी मात्रा तापक्रम की वृद्धिके अनुसार बढ़ने लगती है। ३३८° पर यह उबलने लगता है। इस तापक्रम पर अम्लकी शुद्धता होती ९८·४ से ९८·८% तक के लगभग होती है और तदुपरान्त यह विना परिवर्त्तित हुए ही स्रवित होने लगता है।

जब गन्धकाम्लकी बूँदे रक्ततप्त परौप्यम् की बनी हुई कुप्पी में टपकाई जाती हैं जिसमें झाँवा पत्थर भी रखे होते हैं तो यह अम्ल गन्धकद्वि ओषिद, जल और ओषजनमें विभाजित होजाता है।



२ उ$_2$ गओ$_4$ = २ उ$_2$ ओ + २ गओ$_2$ + ओ$_2$

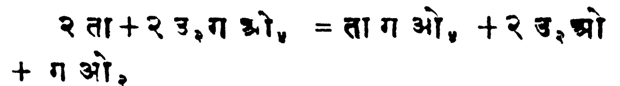
इस प्रकार जल और गओ$_2$ का अभिशोषण करके ओषजन संचित किया जा सकता है।

तीव्र गन्धकाम्लका जलके प्रति अधिक आकर्षण है। जल और संपृक्त अम्लके मिलानेसे बहुत ताप जनित होता है और आयतनमें भी संकोच होता है। इससे स्पष्ट है कि जल और गन्धकाम्ल में कोई रासायनिक प्रक्रिया हो रही है। इसमें ताप इतना जनित होता है कि अम्लमें जल डालना सर्वदा हानिकारक है। गन्धकाम्ल और जलका घोल बनानेके लिये सदा जल में अम्ल डालना चाहिये न कि अम्लमें जल। ऐसा करने से दुर्घटना होनेकी कम आशंका है। जलकी उपयुक्त मात्रा लेनी चाहिये और धीरे धीरे अम्लको बूँद बूँद कर सावधानीसे डालना चाहिये। मिश्रण को कांच-की ठोस नलिका से टारते रहना चाहिये।

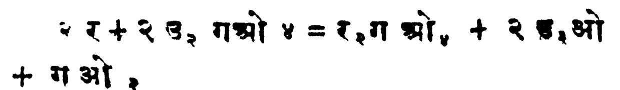
गन्धकाम्ल जलको अत्यन्त तीव्रतासे अभिशोषित कर सकता है। अतः इसका उपयोग वायव्योंको शुष्क करनेके काममें होता है। जिस वायव्यको शुष्क करना हो उसे तीव्र गन्धकाम्लमें होकर प्रवाहित करना चाहिए। चूर्णों को सुखानेके लिये अथवा जलवाष्पसे सुरक्षित रखनेसे लिये रस-शोषक यन्त्र (dessicator) बनाये गये हैं। इनकी पैंदीमें तीव्र गन्धकाम्ल और उससे भीगे हुए झांवा पत्थर के टुकड़े पड़े होते हैं। इसके ऊपर एक चलनी होती है जिस पर मिट्टीका त्रिकोण रखा होता है, जिस पर चूर्ण काँच की तश्तरी में रखकर रख दिया जाता है। ऊपर से ढकनी दाब दी जाती है। अच्छी अच्छी तराजुओं में भी गन्धकाम्ल किसी पात्रमें भर कर रख देते हैं, जिससे अन्दर की हवा शुष्क बनी रहे।

यह अम्ल बहुतसे कार्बनिक यौगिकोंमेंसे भी जल के अणु पृथक् कर लेता है; इसलिये इसका उपयोग प्रयोगोंमें बहुत किया जाता है।

धातुओं पर प्रभाव—ठण्डा तीव्र अम्ल धातुओंपर बहुत कम प्रभाव डालता है पर गरम करनेसे बहुत से धातु इसका विश्लेषण कर देते हैं। गरम करने पर पारद, ताम्रम्, अंजनम्, विशद, वंगम्, सीसम् और रजतम्का अम्ल पर निम्न प्रकार प्रभाव होता है—



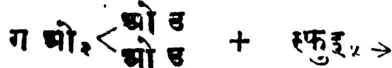
२ ता + २ उ$_2$गओ$_4$ = ता गओ$_4$ + २ उ$_2$ओ + गओ$_2$



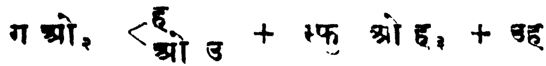
२ र + २ उ$_2$ गओ$_4$ = र$_2$गओ$_4$ + २ उ$_2$ओ + गओ$_2$

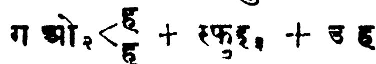
स्वर्णम् और परौप्यम् पर गरम करनेसे भी कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। दस्तम्, लोहम्, मगनीसम् आदि धातु हल्के अम्लके साथ गन्धेत और उद्जन देते हैं पर जब तीव्र अम्ल के साथ गरम किये जाते हैं तो उनका प्रभाव उसी प्रकार होता है जैसे ताम्रम् अथवा रजतम्का।

स्फुर पंच हारिद, स्फुह$_5$, के प्रभावसे इस अम्ल से निम्न पदार्थ मिलते हैं—



गन्धकाम्ल

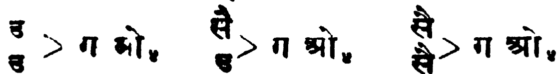




गन्धकीय हरिद

गन्धेत (Sulphates)

जिस प्रकार गन्धसाम्ल द्विभस्मिक अम्ल है उसी प्रकार गन्धकाम्ल भी द्विभस्मिक अम्ल है। इसके अम्लीय और सामान्य दोनों प्रकारके लवण बनेंगे—



गन्धकाम्ल — सैन्धक उद्जन गन्धेत — सैन्धक गन्धेत

इस प्रकार ताम्रगन्धेत और अमोनियमगन्धेत निम्न सूत्रों द्वारा प्रदर्शित किये जायंगे —



प्रकृतिमें बहुतसे गन्धेत खनिजरूपमें विद्यमान हैं। जैसे—

जिप्सम (हरसोंठ) - खटिकगन्धेत, ख ग ओ$_4$, २ उ$_2$ओ

भारीस्पार - भार गन्धेत, भ ग ओ$_4$,

एप्समलवण - मगनीसगन्धेत, म ग ओ$_4$, ७ उ$_2$ओ

तूतिया — ताम्रगन्धेत, ता ग ओ$_4$, ५ उ$_2$ओ

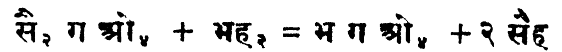
ग्लौबरलवण - सैन्धकगन्धेत, सै$_2$ ग ओ$_4$· १० उ$_2$ ओ

कसीस - लोहगन्धेत, लो ग ओ$_4$· ७ उ$_2$ ओ

भार गन्धेत और सीस गन्धेत जलमें अघुल हैं, खटिक और स्त्रंशम थोड़ा सा घुलनशील है। अन्य सब गन्धेत जलमें घुल जाते हैं।

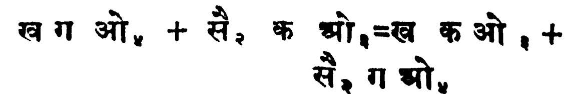
गन्धेतों की पहिचान

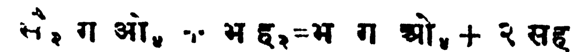
(१) गन्धेतोंके घुलनशील लवणमें भार हरिद, भह$_2$, का घोल डालनेसे भ ग ओ$_4$ का अवक्षेप प्राप्त होता है —



क्योंकि भ ग ओ$_4$ जलमें अघुल है। इस प्रकार घोलोंमें गन्धेतकी परीक्षा बड़ी सुगमतासे की जा सकती है।

(२) यदि अघुल पदार्थ हो तो उसे सैन्धक कर्बनेत सै$_2$ क ओ$_3$ की अधिक मात्राके साथ जोरों से उबालना चाहिये। ऐसा करनेसे सैन्धक गन्धेत बन जायगा जिसमें उदहरिकाम्ल डालकर, भार हरिद डालनेसे श्वेत अवक्षेप प्राप्त होगा।





(अवक्षेप)

ले० श्री सत्य प्रकाश, एम० एस० सी०

नोषजन और अमोनिया

(Nitrogen and Ammonia)

नोषजन-परमाणुभार १४·०१ संकेत-नो



१८ ९९ वि० में सबसे पहले शिले नामक वैज्ञानिक ने यह बात प्रदर्शितकी थी कि वायु दो गैसोंका मिश्रण है, इस मिश्रणमें एक गैस तो ऐसी है जो वस्तुओं के जलने में साधक होती है और दूसरी गैस साधक नहीं है इस दूसरी गैसका नाम हम नोषजन रखते हैं न + ओषजन)। साधक गैस ओषजन का वर्णन पहले किया जा चुका है। वायु में ओषजन और नोषजन के अतिरिक्त कर्बनद्वि औषिद, जलकण, आलगोम्, नूतगम्, अन्यजन आदि अनेक वायव्य थोड़ा थोड़ी मात्रा में विद्यमान हैं। भिन्न भिन्न स्थानों की वायुमें ये पदार्थ भिन्न भिन्न मात्रामें पाये जाते हैं। कर्बन द्विओषिद और जलकण का निराकरण करने पर वायुमें ये पदार्थ निम्न मात्रामें पाये जाते हैं:—

	भारमें	आयतनमें
नोषजन	७५·५	७८·०६
ओषजन	२३·२	२१·००
आलर्गम आदि	१·३	०·९४

वायु के अतिरिक्त बहुतसे लवणों में नोषजन संयुक्त अवस्था में पाया जाता है जैसा अमोनिया, नोउ, और इसके लवणोंमें पांशुज और सैन्धक नोषेत, पाँना ओ,, से नो ओ, अर्थात् शोरामें इसी प्रकार नोषितों से नो ओ, मेंभी होता है. अण्डसित आदि प्रत्यमिन (Proteins) पदार्थोंमें भी यह होता है। लगभग जितने अच्छे और प्रबल विस्फुटन-पदार्थ (Explosive) हैं, उन सबमें नोषजनकी समुचित मात्रा रहती है। बहुतसे रंगोंमेंभी यह होता है।

नोषजन की उपलब्धि

(१) यह कहा जा चुका है कि नोषजन अन्य वायव्योंके साथ हवामें लग भग $\frac{4}{5}$ भाग विद्यमान है। एक बन्द बर्तनकी वायुमें स्फुरका छोटा टुकड़ा लेकर जलाओ। स्फुरके जलनेसे वायुका सम्पूर्ण ओषजन समाप्त हो जायगा क्योंकि इस प्रक्रियामें स्फुर पंचौषिद, स्फु, ओ, बनता है। नोषजन शेष रह जायगा। स्फुर पंचौषिद की श्वेत वाष्पें जलमें पूर्णतः घुलन शील हैं।। उनको घुलाकर नोषजन प्राप्त किया जा सकता है।

स्फुरके स्थानमें नम लोह चूर्ण भी लिया जा सकता है बन्द वायुमें रखनेसे इसमें जंग लग जायगा अर्थात् वायु का ओषजन लेकर यह औषिदमें परिणत हो जायगा और नोषजन शेष रह जायगा।

(२) यदि अधिक स्वच्छ नोषजन प्राप्त करना हो तो वायु को पहले पांशुज उदौषिद पां ओ उ,, के संपृक्त घोलमें प्रवाहित करो, ऐसा करनेसे इसका कर्बनद्विओषिद इस घोलमें अभिशोषित हो जायगा इसके पश्चात् इस वायुको तीव्रसंपृक्त गन्धकाम्लमें प्रवाहित करो जिससे इसके जलकण दूर होजांय। अब इस वायुको काँचकी एक लम्बी नलीमें जिसमें ताम्र-छीलन रक्त तप्त हो रहा हो प्रवाहित करो, ऐसा करने से वायुका ओषजन, ताम्र लेलेगा और ताम्र ओषिद में परिणत हो जायगा। स्वच्छ नोषजन रह जायगा जिसे गैस भरनेके बेलनोंमें भरा जा सकता है।

३) अब तक जो विधियां बताई थीं वे वायके नोषजनसे सम्बन्ध रखती थीं। रासायनिक लवणोंसे नोषजन प्राप्त करनेकी कुछ विधियां यहाँ दी जायेंगी—

(क) अमोनियम नोषित, (नो उ,) नो ओ, के संपृक्त घोल को गरम करनेसे स्वच्छ नोषजन प्राप्त

हो सकता है। यह लवण नोषजन और जलमें विभाजित हो जाता है —

नो उ॰ नो ओ॰=नो॰ + २ उ॰ओ

(ख) काँचकी एक कुप्पीमें ५० घ. श. म. के लगभग संपृक्त अमोनिया लो और इसमें रंग विनाशक चूर्णके २० ग्राम और थोड़ासा चूनेका पानीही पेंचदार कीपद्वारा डाल दो। थोड़ा सा गरम करो, नोषजन निकलने लगेगा—

३ ख (ओह)॰ + ४ नो उ॰ = ३ खह॰ + ६ उ॰ओ + २नो॰

(ग) अमोनियामें केवल हरिन् गैस प्रवाहित करनेसेभी नोषजन उपलब्धहो सकता है। इस प्रक्रियामें उद्हरिकाम्ल, वह, जनित होता है जो अधिक अमोनियाके साथ अमोनियम हरिदमें परिणत हो जाता है:—

२ नो उ॰ + ३ह॰ = नो॰ + ६उह

उह + नो उ॰ = नो उ॰ह

नोषजन के गुण

यह स्वाद-तथा गन्धक रहित नीरङ्ग वायव्य है जो वस्तुओं के जलनेमें सावक नहीं होता है और ओषजनके बिना यह प्राणवायुके योग्य भी नहीं है। पर यह विषैला नहीं है। यह कर्बन द्विओषिदके समान चूनेके पानीको दूधिया नहीं करता है। यह पानीमें थोड़ासाही घुलन शील है। इस घोलका द्योतकपत्र परकोई प्रभाव नहीं पड़ता है। दबाव डालकर ठण्डा करनेसे यह द्रव भी किया जा सकता है। इसका विपुल तापक्रम −१४७.१३° और विपुल दबाव ३३.४६ वातावरण है। यह द्रव नोषजनभी नीरंग है जिसका क्वथनांक —१६५.८१° और क्वथनांक पर घनत्व ०.८०४२ होता है। क्षीण दबावमें वेगसे वाष्पीभूत करनेमे यह वर्फके समान ठोस हो जाता है जिसका ८६ स. म. (mm) पर द्रवांक—२१०.५° है। स्वच्छ नोषजन गैसका घनत्व १.२५०७ ग्राम प्रति लीटर है। पर वायुके नोषजनका घनत्व १.२०५७ ग्राम प्रति लीटर है।

ओषजनके गुणोंकी तीव्रताको मन्द करने के लिये यह हवामें रखा गया है। यदि वायुमें नोषजन न होता और केवल स्वच्छ ओषजन हीहोता तो ओषदकरणकी प्रक्रियायें इतनी प्रबलतासे होतीं कि वनस्पति और अन्य प्राणियों का जीवन असम्भवहो जाता

वायुके कुछ गुण

जीवनके लिये वायु पानी और भोजनसे भी अधिक आवश्यक पदार्थ है। वायुमें भार होता है। कांचके गोलेको वायुको शून्यक पम्प द्वारा निकालो और इसे तौलो। फिर इसमें वायु भरकर तौलो। इन दोनों तौलोंका अन्तर ज्ञात होनेसे वायु का भार पता चल जायगा। ० श और ७६० स म दवाव पर एक लीटर शुद्ध वायु का भार लंदन में समुद्रीसतह पर १.२९३ ग्राम है।

वायु हमारे ऊपर दबाव भी डालता है। समुद्र-सतह पर यह औसत दबाव पारदके ७६० स. म. अर्थात् २९.९१२ इञ्चके बराबर है। पारदका घनत्व १३.५ है। अतः ३५ फीट पानीके दबावके बराबर इसका दबाव है। यह दबाव प्रति वर्ग शतांशमीटर पर १.०३३' किलो ग्राम (हजार ग्राम) अथवा प्रति वर्ग इञ्च १५.७३ पौण्ड है। इस प्रकार मनुष्य के शरीर को कई मन वायु का बोझ सहना पड़ता है यदि ऐसा नहो तो हमारे शरीरकी नसें एक दम फट जायँ। जब हम गुब्बारेमें वायुमें ऊपर उठते हैं तो धीरे धीरे यह दबाव कम होने लगता है। दबाव मापक यन्त्र (barometer) द्वारा जिसका वर्णन पहले किया जा चुका है दबाव नापा जा सकता है।

ज्यों ज्यों हम ऊपर उठते हैं वायु का घनत्व भी कम होता जाता है। यह कहा जाता है कि ४० या ४५ मील ऊपर तक तो वायु थोड़ा बहुत पाया जाता है। पर इससे भी अधिक ऊपर जानेसे वायु नहीं मिलेगा वहां केवल आकाश मात्र रह जावेगा।

जितना हम ऊपर बढ़ेंगे, वायुका ताप क्रम भी कम होता जायगा। प्रयागके वायु मण्डलका सामान्य

तापक्रम लगभग १६°—४०° श के रहता है पर हिमालयकी चोटीपर यह तापक्रम ०°श के लगभग हो जाता है। उत्तरी देशोंमें समुद्र तलका तापक्रम ही०°—४ श के लगभग हो जाता है।

एक बात विशेष जानने योग्य है। वह यह कि वायु ओषजन नोषजन आदि गैसोंसे बना हुआ रासायनिक यौगिक नहीं हैं यह तो केवल इन गैसोंका मिश्रण मात्र है। बहुत दिन हुए जब लोग इस बात पर सन्देह करते थे पर इसका मिश्रण होना निम्न बातों से स्वयं सिद्ध है:—

(१) जब दो गैसे संयुक्त होकर रासायनिक यौगिक बनाती हैं तो बहुधा ताप जनित होता है और कभी कभी आयतनमें भी परिवर्तन हो जाता है यदि हम ओषजन और नोषजनको उस अनुपातमें मिलावें जिसमें वे वायुमें हैं तो न तो ताप-परिवर्तन ही होता है और न आयतनमेंही कोई भेद पड़ता है। इतना होनेपर भी यह मिश्रण वायुके समान ही गुणों का हो जाता है। अतः वायु भी मिश्रण ही है।

(२) गैस अपने परमाणुभारों अथवा परमाणुभार के गुणकों की निष्पत्ति में संयुक्त होती हैं। वायुमें ओषजन और नोषजन का जो अनुपात है वह इनके संयोगभारों अथवा गुणकों का अनुपात नहीं है।

(३) यद्यपि सामान्यतः वायुमें ओषजन और नोषजन का अनुपात स्थिर है पर पूर्णतः यह स्थिर नहीं है। भिन्न भिन्न स्थलों की वायुमें यह अनुपात कुछ भिन्नता से अवश्य पाया जाता है।

(४) वायु के मिश्रण सिद्ध करनेमें सबसे प्रबल प्रमाण यह है:—यदि हम वायुको जलके साथ हिलायें तो कुछ वायु जलमें अभिशोषित हो जायगा। वायु संपृक्त जलको यदि अब हम गरम करें तो घुला हुआ वायु फिर बाहर निकल आवेगा। इस मुक्त वायुकी कई बार परीक्षा की गई है जिससे पता चलता है पूर्व वायुकी अपेक्षा जल द्वारा अभिशोषण करके मुक्त वायुमें ओषजनकी प्रतिशतक मात्रा अधिक है साधारणतः वायुमें २१% ओषजन पाया जाता है पर जलमें अभिशोषित वायुमें ३५% के लगभग ओषजन रहता है जैसा कि निम्न अंकोसे स्पष्ट है:—

	जलमें बिना घुला हुआ वायु	जलमें घुला हुआ वायु
नोषजन	७९·०४	६६·३६
ओषजन	२०·९६	३३·६४
	१००·००	१००·००

अर्थात् पहले तो वायु के ओषजन और नोषजन में १:४ के लगभग की निष्पत्ति थी पर जलमें घुले हुए वायुमें यह निष्पत्ति १:२ ही रहजाती है। अगर वायु मिश्रण न हो कर यौगिक होता तो इस प्रकार की घटना कभी सम्भव न थी

(५) एक और भी प्रमाण इसी बात को सिद्ध करता है। यदि द्रव वायुको धीरे धीरे क्षीण दबाव में वाष्पीभूत किया जाय तो पहिले नोषजन निकलता है और बादको ओषजन। इससे भी सिद्ध है कि द्रव वायु भी द्रव ओषजन और नोषजन का मिश्रण है। यदि यह यौगिक होता तो दोनों गैसें साथ साथ निकलतीं नकि अलग अलग।

वायुकी विश्लेषण-परीक्षा—

वायुमें निम्न पदार्थ विद्यमान है जिनकी मात्रा निकालनेकी विधियाँ यहाँ दी जायगीः—

१ ओषजन
२ नोषजन
३ कर्बनद्विओषिद
४ जलकण

सूक्ष्मतः यह विधि इस प्रकार है। वायुको पहले पांशुज उदौषिद, पां ओ उ, घोलसे भरे हुए गोलेमें प्रवाहित कर इसका कर्बनद्विओषिद अभिशोषित कर लेते हैं, इसके पश्चात् यदि इस वायुको तीव्र गन्धकाम्लमें होकर प्रवाहित किया जाय तो इसके जलकण इस अम्लमें अभिशोषित हो जायंगे। अब जलकण और कर्बनद्विओषिद रहित वायुको एक लम्बी कांचकी नलीमें प्रवाहित करो जिसमें ताम्रचूर्ण

भग हो । ताम्रचूर्ण को गरम करके रक्तताप कर लो । वायुका शेष यह नोषजन एक नोषजन-माप क यन्त्र (Nitrometer) में जाने दो जिससे नोषजन-की मात्रा ज्ञात हो जायगी हो जायगी अथवा एक एक गोलेकी वायुको शून्यकपम्पसे निकाल लो। इसगोलेमें शेष नोषजन भर कर तौल लो । इस-प्रकार नोषजनकी मात्रा भी ज्ञात हो जायगी । इस प्रयोगके लिये यह आवश्यक है कि निम्न वस्तुओंका प्रयोगसे से पूर्वका और पश्चात्का अलग २ भार ज्ञात हो—

१. पांशुज उदौषिद के गालेका पूर्वभार
 ,, ,, >ओक$_2$

२. गन्धकाम्ल-गोलेका पूर्वभार
 ,, ,, पश्चात् > उ$_2$ओ

३. ताम्र नलीका पूर्वभार
 ,, ,, पश्चात्" >ओ$_2$

४ शून्य गोलेका पूर्वभार
 ,, ,, पश्चात्" >नो$_2$

वायुमें जलकणकी मात्रा ऋतुपरिवर्तनके हिसाबसे बदलती रहती है । एक घनमीटर वायु को जल वाष्पसे संपृक्त करनेके लिये भिन्न भिन्न तापक्रमों पर भिन्न भिन्न जलकी मात्रा आवश्यक है—

तापक्रम	जल	
० शंपर	४.८७१	ग्राम
५° ,,	६.७६५	,,
१०° ,,	६.३६२	,,
१५° ,,	१२.७४६	,,
२०° ,,	१७.१५७	,,
३०° ,,	३०.१९५	,,
४०° ,,	५१.७००	,,
१००° ,,	५८८.७१	,,

हमारे जीवनके लिये ओषजनकी बड़ी आवश्यकता पड़ती है, हम श्वास द्वारा इसे अपने शरीरमें ले जाते हैं। इसके द्वारा शरीरस्थ भोजन आदि ओषदीकृत होकर शरीरके अन्य अंग बढ़ते हैं और साथ २ शरीरको गरमी भी प्राप्त होती है। जिस प्रकार लकड़ीके जलनेसे कर्बनद्विओषिद निकलता है उसी प्रकार शरीरके भोजन के ओषदीकरण होने पर भी कओ$_2$ निकलता है। हम श्वास द्वारा इस गैसको बाहर निकालते हैं। वायुमें जो कुछ कओ$_2$ विद्यमान है वह या तो आग जलनेके कारण या हमारे श्वास द्वारा निकाले हुए वायु के कारण है। कर्बन द्विओषिदकी अधिक मात्रा हमारे जीवनके लिये हानिकारक है । प्रकृतिमें वृक्षोंका निर्माण परमात्मा ने इस प्रकार किया है कि वायुमें कर्बन द्विओषिद अधिक संग्रहीत न होने पावे वृक्षलताओं की हरियालीमें एक पदार्थ होता है जिसे क्लोरोफील कहते हैं इसकी सहायतासे वृक्ष कर्बन द्विओषिद को प्राणवायुके रूपमें ग्रहण करते हैं और कओ$_2$-को विभाजित करदेते हैं:—

२ कओ$_2$ + क्लोरोफील — > २क + २ ओ$_2$

इस प्रकार कर्बन द्विओषिदका कर्बन तो वृक्षोंके शरीर बनानेके काममें आता है । लकड़ी अधिकांश कर्बन होता है . वृक्ष ओषजनको बाहर उसी प्रकार निकालते हैं जिस प्रकार हम कर्बन द्विओषिद को निकालते हैं । यह स्वच्छ ओषजन फिर वायुमें आजाता है और हमारे लिये प्राणवायुका काम देता है। इस प्रकार हमारे जीवनसे वृक्षोंका जीवन और वृक्षोंके जीवनसे हमारा जीवन चलता रहता है। वृक्ष, उपवन, आदि लगाने का यही तात्पर्य है ।

यहां यह भी ध्यान रखना चाहिये कि वृक्ष क्लोरोफीलद्वारा कर्बन द्विओषिद को प्रकाश की विद्यमानता में ही विभाजित कर सकते हैं। रात्रिके समय यह प्रक्रिया इस प्रकार नहीं होती है। रातमें वृक्ष भी ओषजन को प्राणवायुके रूप में ग्रहण करते हैं और कर्बन द्विओषिदका त्याग करते हैं। अतः रात के समय वृक्षों के नीचे सोना हानिकारक है ।

नोषजन और उदजन के यौगिक-

अमोनिया, नो उ$_3$

नोषजन और उदजन मिलकर कई यौगिक बनते हैं जैसे अमोनिया-नो उ$_3$

उद्राजीविन नोउ₄ (Hydrazine) अजीव इमिद, नो₃उ (Azoimide)

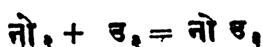
इन यौगिकोंमें से अमोनिया ही अधिक उपयोगी है अतः इसका ही वर्णन यहाँ किया जावेगा।

थोड़ासा अमोनिया वायुमंडलमें ही विद्यमान है। तीव्र उदहरिकाम्लसे भरी हुई बोतलोंके मुंहके पास बहुधा श्वेतचूर्ण जमा हो जाता है जिसे अमोनियम हरिद कहते हैं; यह वायुके अमोनिया और उदहरिकाम्ल वाष्पके संयोगसे बनता है। अमोनियम हरिद नोउ₄ह; और अमोनियम गन्धेत, (नोउ₄)₂ गओ₄ ज्वालामुखी प्रान्तोंमें पाये जाते हैं। नाइट्रोजनिक पदार्थ अर्थात् सींग, हड्डी, खुर, पत्ती आदिके भंजक स्रवणसे भी यह प्राप्त होता है। यदि सैन्धक चूना (Soda-lime) और मिलाकर स्रवण किया जाय तो अमोनिया की अधिक मात्रा प्राप्त होगी एक परख नली में थोड़े से पंख लो और उसमें थोड़ासा सैन्धक चूना मिलाओ और गरम करो। जो गैस निकलने लगेगी उसकी निम्न प्रकार परीक्षा करो—(क) लालद्योतक पत्र (red-litmus) को भिगोकर इसके सामने लाओ—यह नीला पड़ जायगा—इससे गैसकी क्षारता सिद्ध है। (ख) कांचकी नलीमें संपृक्त उदहरिकाम्लकी एक दो बूंदे लगाकर इस गैसके सामने रखो—श्वेतवाष्पें उठने लगेंगी। ये अमोनियम हरिद की वाष्पें हैं जो इस गैस और उदहरिकाम्लके संयोग से बना है।

अमोनियम हरिद, नोउ₄ह को नौसादर या साल अमोनिक भी कहते हैं। अरब देशवालोंने लिबियन मरुभूमिमें स्थित जूपिटर अमोन (Jupiter Ammon) के मन्दिरके निकट सबसे पहले तैयार किया था। इस मन्दिरके नामपरही 'अमोनिया' नाम पड़ा है।

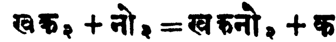
मूत्रको सड़ाकर स्रवण करनेसे अमोनियम कर्बनेत (नोउ₄)₂ कओ₃ लवण का घोल प्राप्त होता है।

अमोनिया की उपलब्धि—(१) नोषजन और उदजन के मिश्रणमें विद्युत् संचार करनेसे कुछ अमोनिया प्राप्त होसकता है—



नो₂ + उ₂ = नो उ₃

(२) जब खटिक कर्बिद, खक₂ को ११००° तक गरम करके नोषजन प्रवाहित किया जाता है तो खटिक श्यामामिद (Calcium Cyanamide) खकनो₂ प्राप्त होता है—



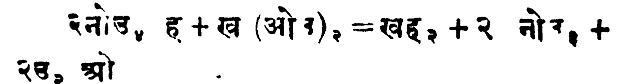
खक₂ + नो₂ = खकनो₂ + क

खटिकश्यामामिद जल वाष्पके संसर्गसे अमोनिया देता है।



खकनो₂ + ३उ₂ओ = खकओ₃ + २नोउ₃

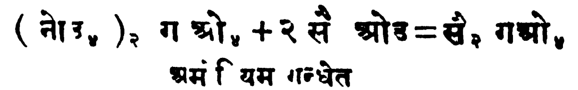
(३) प्रयोगशालामें अमोनिया नौसादर नोउ₄ह अथवा अमोनियम गन्धेतको शुष्क बुझेहुए चूनेके साथ गरम करके बनायी जाती है—



२नोउ₄ह + ख(ओउ)₂ = खह₂ + २ नोउ₃ + २उ₂ओ

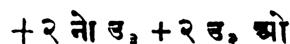
अमोनिया गैस जलमें घुलनशील है अतः इसे पारदके ऊपर इकट्ठा करना चाहिये। अमोनिया वायु की अपेक्षा हल्की होती है अतः ग्राहक नली पर गैस का बेलन उलटा रखकर बेलनमें यह भरी जा सकती है। भीगा लाल द्योतक पत्र बेलनके मुंहके पास लाकर रखनेसे यदि नीला हो जाय तो समझना चाहिये कि बेलन गैससे भर गया है। अथवा उदहरिकाम्ल की कुछ बूंदे काँचकी छड़में लगाकर मुंहके पास रखिये। यदि अमोनियम हरिद की श्वेतवाष्पें निकलने लगें तो समझ लीजिये कि बेलन अमोनिया से भर गया है।

(४) किसीभी अमोनियम लवणको सैन्धक उदौषिद या पांशुजउदौषिदके घोलके साथ गरम करनेसे अमोनिया निकलने लगेगी।



(नोउ₄)₂ गओ₄ + २ सैओउ = सै₂ गओ₄

अमोनियम गन्धेत



+ २ नोउ₃ + २ उ₂ओ

अमोनियाके गुण—यह वायुसे हल्की नीरंग गैस है। वायुकी अपेक्षा इसका घनत्व ०.५९७१ है। प्रतिलीटर भार ०.७७०८ ग्राम होता है। इसमें विचित्र तीव्र गन्ध होती है। यदि स्वच्छ अमोनिया जोरसे सूंघली जाय या द्रव अमोनिया पी ली जाय तो मृत्यु तक हो सकती है। पर जलमें इसका हल्का घोल सूंघना

अंधेरा मालूम होता है और जुकाम आदिके अवसरों पर ऐसा करना लाभकर है।

यह जलमें बहुत घुलनशील है। ७६० स० म० दबाव पर एक आयतन जलमें ०° श पर ११४८ आयतन, और २०° श पर ७४१ आयतन घुलनशील है। यह घोल क्षारीय है अर्थात् लाल लिटमसपत्र को नीला कर देता है। जलमें घुलकर यह अमोनियम-उदौषिद में परिणत होजाता है।

नोउ$_3$ + उ$_2$ओ = नोउ$_4$ओउ = नोउ$_4^+$ + ओउ$^-$

यह मद्यमें भी घुलनशील है। ०° श पर लीटर मद्यमें १३० ग्राम अमोनिया घुलनशील है।

अमोनिया ठंड अथवा दबाव द्वारा सुगमतासे द्रवीभूत की जासकती है। द्रव अमोनिया नीरंग पदार्थ है जिसका क्वथनांक-३३.४° है. यह ७७.१° पर बर्फके समान ठोस होजाता है। इसका विपुल तापक्रम १३२.५° और विपुल दबाव ११२.३० वातावरण है। बर्फ और रवेदार खटिक हरिद्के मिश्रण द्वारा ठंडा करनेसे यह द्रवीभूत हो जाती है। व्यापारिकमात्रामें तैयार करनेके लिये इसे इस्पातकी नलिकाओंमें अधिक दबाव पर पानीद्वारा ठंडा करके द्रव करलेते हैं। २५, ५०, अथवा १०० पौंड अमोनिया (अनार्द्र) के पीपे बाजारमें बेचनेके लिये भेजदिये जाते हैं।

अमोनिया द्वारा बर्फ बनाना—यह साधारण सी बात है कि जब भाप पानीमें परिणत होती है तो बहुत सा ताप जो इसे वायव्यावस्था में रखने के लिये आवश्यक था मुक्त हो जाता है और इसी प्रकार जब पानी भाप में परिणत होता है तो ताप अभिशोषित होता है यह बात पानी और भाप के लिये ही नहीं है। कोई भी गैस जब द्रव होगी तो ताप मुक्त होगा और जब कोई द्रव गैस होगा तो अभिशोषित होगा। इस सिद्धान्तके आधार पर अमोनिया द्वारा बर्फ जमाने की विधि निकालीगई है। इसकामके लिये लोहेके दो बर्तनोंकी आवश्यकता होती है जो परस्परमें लोहेकी नालिकासे संयुक्त रहते हैं इनमेंसे एकमें ०° श पर अमोनिया द्वारा संपृक्त जल घोल रक्खा जाता है। सम्पूर्ण यन्त्र पूर्णतः बन्द कर दिया जाता है। कहीं भी वायु प्रवेशके लिये एक भी छिद्र नहीं रहता है। यदि बर्फ बनाने की जरूरत हो तो दूसरे बर्तनके भीतर जो खोखला है पानी भरो। इस बर्तन को पानीसे भरे हुए एक टब में डुबोदो। इस यन्त्रको स्रवण करनेका यन्त्र समझा जा सकता है। पहले बर्तनको भभका मानलो, नलीको वाहक नली और दूसरे बर्तन को संचक। भभकाको गरम करो। ऐसा करनेसे घोलमेंसे अमोनिया उठेगा और यह संचकमें जाकर इकट्ठा होने लगेगा। धीरे धीरे संचक में अमोनियाका दबाव १० वातावरणके लगभग हो जायगा, इस दबाव पर गैस अमोनिया द्रव हो जायगा जो खोखले संचकमें इकट्ठा हो जायगा। जैसे ही भभके का जल घोल गरम हो जाय दोनों बर्तनों का स्थान परिवर्तन कर दिया जाता है। भभके को ठंडे पानीमें रखदेते हैं, और संचकको हवामें फलालेन से ढककर रखते हैं। ठंडे पानीमें अब फिर अमोनिया अभिशोषित होने लगता है और इसीलिये संचकका द्रव अमोनिया वाष्पीभूत होने लगता है। इस वाष्पीभूत होनेमें इतना ताप अभिशोषित होता है कि संचकके अन्दर भरे हुए पानीको भी अपना ताप देदेना पड़ता है और पानी बरफ बन जाता है। व्यापारिक मात्रामें इस विधिका उपयोग करनेके लिये जलमें अमोनियाका संपृक्त घोल बनाना अधिक उपयोगी नहीं होता है। अधिक दबाव द्वारा अमोनिया द्रव कर लिया जाता है और इसके उपयोगसे कई मन पानी थोड़ेसे ही व्ययमें बर्फ बना लिया जाता है।

अमोनियाक संगठन—(१) यदि अमोनिया गैसको आयतन मापक (eudiometer) में भर कर विद्युत् संचार करें तो ज्ञात होगा कि ऐसा करनेके उपरान्त इसका आयतन दुगुना हो गया है। अब ओषजन मिलाकर इसमें फिर विद्युतसंचार किया जाय या दोनोंके मिश्रणको २००° श तक गरम किये गये पैलादम पर प्रवाहित किया जाय तो जल बनता है

और आयतनकी कमीका दो तिहाई उद्जनके आयतन के बराबर है। निम्न अंकोंसे यह स्पष्ट है:—

अमोनियाका आयतन=२० घ. शम.
विद्युत् संचारके बाद गैसका आयतन=४० घ. शम.
ओषजन मिलानेपर आयतन=१५७.५ "
फिर विद्युत् चारके आयतन=११२.५ "
∴ ओषजन मिलानेकेबाद विद्युत् संचार करनेपर आयतनमें कमी=(१५७.५—११२.५)=४५ घ. शम.

∴ उद्जन का आयतन= ४५ × $\frac{2}{3}$ = ३० घ' शम.

∴ नोषजन का आयतन=४० —३०=१० "

अतः १ आयतन नोषजन और तीन आयतन उद्जन मिलकर २ आयतन अमोनिया बनाते हैं।

नो$_2$ + ३ उ$_2$ = २ नोउ$_3$
१ आतयन ३ आय' २ आय'

इस प्रकार अमोनियाका सूत्र नोउ$_3$ है।
अमोनिया का सूत्र नो उ$_3$ है।

(३) इस संगठनके निकालनेकी एक विधि इस प्रकार है। एक लम्ब नली लो जो एक ओर बन्द हो और दूसरे सिरेके कुछ नीचे एक पेंच लगा हो। पेंचके नीचेके नलीके भागको रबरकी चूड़ियों द्वारा ३ बराबर भागमें विभक्त करदो और इसमें हरिन गैस भरदो। पेंचके ऊपरके नलीके भागकेशं तिहाई में अमोनियाका संपृक्त घोल भर दो। पेंचघुमा कर बून्द बून्द करके अमोनियाको हरिन् गैसमें टपकाओ। प्रत्येक बूंदके पड़ते ही पीत-हरी ज्वाला दिखाई पड़ेगी और अमोनियम हरिद की श्वेत बाष्पें दिखाई पड़ेंगी, क्योंकि प्रक्रिया निम्न प्रकार होरही है।

पेंच
१
२
३

२ नोउ$_3$ + ३ह$_2$ = ६ उह + नो$_2$
उह + नोउ$_3$ = नो उ$_4$ ह

जब सब हरिन् समाप्त होजाय तो थोड़ासा हलका गन्धकाम्ल छोड़ दो जिससे अवशिष्ट अमोनिया अलग हो जाय।

एक बड़े पीपेमें पानी भर कर नलीको ठंडा कर लो और पेंचको खोलकर नलीको पानी के बर्तनमें उलटा खड़ा कर दो। नलीके भीतर पानी घुसने लगेगा। नलीके तीन भागमेंसे २ भाग तक पानी आजायेगा केवल एक भाग नोषजन गैससे भरा रह जायगा।

३ भाग हरिन् ३ भाग उद्जनसे संयुक्त होकर उद्हरिकाम्ल बनाता है १ भाग नोषजन अन्तमें अवशिष्ट रह गया है। इससे स्पष्ट है कि अमोनियामें एक भाग नोषजनके साथ ३ भाग उद्जन मिला होगा और यही ३ भाग उद्जन ३ भाग हरिन् से संयुक्त होकर उद्हरिकाम्ल बन गया है। अतः अमोनिया का सूत्र नोउ$_3$ है।

वाष्प घनत्व निकालकर इस सूत्रकी पूर्णतः सिद्धि हो जाती है। अमोनिया का उद्जनकी अपेक्षा ८.५ घनत्व है अतः २२.४ लीटर अमोनिया का भार २ × ८.५ = १७ ग्राम होगा। क्योंकि अमोनिया में आधा भाग नोषजन और १$\frac{1}{2}$ भाग उद्जन है अतः इसमें ११.२ लीटर नोषजन हुआ जिसका भार १४ ग्राम हुआ और ३३.६ उद्जन है जिसका भार ३ ग्राम हुआ। अतः अमोनिया के एक अणुमें १ परमाणु नोषजन का और ३ परमाणु उद्जन के हैं।

अमोनियाके लवण—हम कह चुके हैं कि अमोनियाका जलमें घोल क्षारीय होता है। जलके संसर्गसे अमोनियाका रूप नो उ$_4$ ओ उ हो जाता है:—

नो उ$_3$ + उ$_2$ओ = नो उ$_4$ ओ उ
—नो उ$_4$° + ओ उ'

इसे अमोनियम उदौषिद कहते हैं। जिस प्रकार पांशुज उदौषिद पां ओउ, या सैन्धक उदौषिद, सै ओउ, होते हैं उसी प्रकार इसे भी समझना चाहिये। भेद केवल इतना है कि सैन्धकम् से, तो उदौषोल मूल

ओउ, से अलग पृथक् करके सैन्धकम् धातु, सं, दे सकता है पर अमोनियम् उदौषिद, नो उ$_4$ ओउ में से-ओउ मूल पृथक् करने पर जो नो उ$_4$-मूल शेष रहा वह कोई स्वतंत्र पदार्थ नहीं है। नो उ$_4$ को अमोनिय मूल कहते हैं। जिस प्रकार सैन्धकम् के लवण होते हैं वैसे ही अमोनियम के भी लवण होते हैं।

सैन्धक हरिद, सैह	अमोनियम हरिद, नोउ$_4$ह
,, गन्धेत, स$_2$ गओ$_4$	,, गन्धेत (नो उ$_4$)$_2$गओ$_4$
,, नोषेत, सैनोओ$_3$	,, नोषेत, नो उ$_4$नो ओ$_3$

सैन्धक उदौषिद जब उदहरिकाम्ल से प्रक्रिया करके सैन्धक हरिद बनाता है तो जलका एक अणु पृथक् होजाता है—

सै ओ उ + उह = सैह + उ$_2$ ओ

पर अमोनिया, नोउ$_3$, जब उदहरिकाम्ल से संयुक्त होगा तो युक्त-यौगिक बनेगा जल का अणु पृथक् न होगा

नो उ$_3$ + उह = नोउ$_3$ उह

= नोउ$_4$ह

(अमोनियम हरिद)

इसी प्रकार गन्धकाम्ल से संयुक्त होकर यह युक्त यौगिक अमोनियम गन्धेत देगा—

२ नोउ$_3$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = (नो उ$_3$)$_2$.उ$_2$ गओ$_4$

= (नोउ$_4$)$_2$ गओ$_4$

अमोनियम हरिद—यह उदहरिकाम्ल के घोलके अमोनिया से शिथिल करके वाष्पीभूत करके बनाया जासकता है। प्रकृतिमें अमोनियम गन्धेत अधिक पाया जाता है। इसे नमक अर्थात् सैन्धक हरिद के घोलके साथ उबालने से भी अमोनियम हरिद बनाया जा सकता है;

(नोउ$_4$)$_2$ गओ$_4$ + २सैह = २नोउ$_4$ह + सै$_2$गओ$_4$

सैन्धक गन्धेत रवा बनाकर पहले अलग हो जाता है और फिर अधिक ठंढा होने पर अमोनियम हरिद के रवे बन जाते हैं। यह श्वेतरंग का रवेदार पदार्थ है। यह जलमें भलीप्रकार घुलनशील है और घुलने पर पानी को ठंढा कर देता है। मद्यमें बहुत कम घुलता है। गरम करने पर इसकी वाष्पें नोउ$_3$ और उह में विभाजित हो जाती हैं।

अमोनियम गन्धिद—(नोउ$_4$)$_2$ ग—यदि अमोनिया गैस और उदजन गन्धिद उ$_2$ग गैस के उपयुक्त मिश्रण को ठंडा किया जाय तो अमोनियम गन्धिदके रवे बन जायंगे। अमोनियम के कई प्रकार के गन्धिद उपलब्ध होते हैं।

अमोनियम गन्धेत, (नोउ$_4$)$_2$ गओ$_4$-अमोनिया और गन्धकाम्लसे तो यह बनवाही जा सकता है पर इससे भी उपयोगी विधि इस प्रकार है- खटिक गन्धेत के घोलमें अमोनिया अभिशोषित कराते हैं और फिर कर्बनद्विओषिद प्रवाहित कर देते हैं जिससे खटिक कर्बनेत अवक्षेपित हो जाता है, अमोनियम गन्धेत घोल में रह जाता है जिसे छान कर गरम करके रवोंमें परिणत कर लेते हैं:—

खगओ$_4$ + २ नोउ$_3$ + कओ$_2$ + उ$_2$ ओ

= खकओ$_3$ + (नोउ$_4$)$_2$ गओ$_4$

यह भी श्वेत रवेदार पदार्थ है।

अमोनियम नोषेत-नोउ$_4$नोओ$_3$ -- नोषिकाम्ल और अमोनिया गैस से बनाया जा सकता है। अमोनियम गन्धेत और सैन्धक नोषेत के संसर्ग से भी प्राप्त होसकता है-

(नोउ$_4$)$_2$गओ$_4$ + २ सैनोओ$_3$ = २ नोउ$_4$नोओ$_3$ + सै$_2$ गओ$_4$

अमोनियम कर्बनेत (नोउ$_4$)$_2$ कओ$_3$—२भाग खड़िया, और १ भाग नौसादर, नोउ$_4$ह के मिश्रण का लोहे के भभकों में ऊर्ध्वपतन (Sublimation) करके सीसम् धातु के संचकोंमें इसे इकट्ठा किया जासकता है—

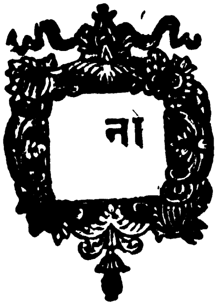
२नोउ$_4$ह + खकओ$_3$ = (नोउ$_4$)$_2$कओ$_3$ + खह$_2$

—:o:—

चौदहवां अध्याय

नोषजनके ओषिद और अम्ल

(Oxides and Acids of Nitrogen)



षजन और अमोनियाके विषय में गत अध्यायमें लिखा जा चुका है। नोषजन ओषजनसे संयुक्त होकर कई प्रकारके यौगिक बनाता है। जिन्हें ओषिद कहते हैं। इन ओषिदों मेंसे मुख्य ओषिद निम्न हैं :—

नोषस ओषिद, नो$_2$ओ

नोषिक ओषिद, नोओ

नोषजन त्रिओषिद, नो$_2$ओ$_3$

नोषजन परौषिद, नो ओ$_2$ अथवा नो$_2$ओ$_4$

नोषजन पंचौषिद, नो$_2$ओ$_5$

उद्जन और ओषजनके संयोगसे नोषजन दो प्रकार के मुख्य अम्ल देता है —

नोषसाम्ल, उनोओ$_2$

नोषिकाम्ल, उनोओ$_3$

भस्मों के संयोग से ये अम्ल प्रथक् प्रथक् लवण देते हैं। नोषसाम्ल द्वारा प्रदत्त लवणोंको नोषित कहते हैं जैसे सैन्धक नोषित, सैनोओ$_2$। नोषिकाम्लके लवणों को नोषेत कहते हैं जैसे सैन्धक नोषेत, सैनोओ$_3$।

पहले हम इन अम्लोंका वर्णन करेंगे और फिर नोषजनके ओषिदोंका क्योंकि नोषजनके ओषिद बहुधा इन अम्लों अथवा इन अम्लोंके लवणोंसे बनाये जाते हैं।

नोषिकाम्ल, उनोओ$_3$

Nitric Acid

(१) भारतवर्षमें शोरा बहुत पाया जाता है, यह वास्तवमें पांशुज नोषेत, पांनोओ$_3$, होता है। चिलीका शोरा सैन्धक नोषेत होता है। इन्हीं शोरों से नोषिकाम्ल तैयार किया जा सकता है। प्रयोग शालामें शोरेको तीव्र संपृक्त गन्धकाम्लके साथ स्रवित करने से नोषिकाम्ल प्राप्त होसकता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार है —

पां नो ओ$_3$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = पां उ ग ओ$_4$ + उ नो ओ$_3$

पांशुज उद्जन गन्धेत

यदि तापक्रम अधिक कर दिया जाय और शोरा की अधिक मात्रा उपयोगमें लायी जाय तो पांशुज उद्जन गन्धेत पांशुज-गन्धेत, पां$_2$ग ओ$_4$ में परिणत हो जायगा और नोषिकाम्ल और प्राप्त हो जायगा—

पां उ ग ओ$_4$ + पां नो ओ$_3$ = पां$_2$ ग ओ$_4$ + उ नो ओ$_3$

एक भभकेमें ५० ग्राम पांशुज नोषेत अर्थात् शोरा लो और इसमें ४६ ग्राम संपृक्त गन्धकाम्ल डालो। तारकी चद्दर पर रखकर भभकेको गरम करो। नोषिकाम्लकी वाष्पें उठने लगेंगी जो ठंडाकर के किसी कुप्पीमें संचितकी जासकती हैं। भभके में पांशुज-उद्जन-गन्धेत, पां उ ग ओ$_4$, शेष रह जायगा जिसमें यदि शोरा और मिलाकर गरम किया जाय तो कुछ नोषिकाम्ल और निकलने लगेगा। पर इसके साथ साथ नोषजन परौषिद, नो ओ$_2$, की

लाल वाष्पें भी दिखायी पड़ेंगी क्योंकि कुछ नोषिकाम्ल निम्न प्रक्रियाके अनुसार विभाजित हो जाता है।

४ उ नो ओ$_3$ = ४नो ओ$_2$ + २उ$_2$ ओ + ओ$_2$

(२) व्यापारिक मात्रामें कुछ नोषिकाम्ल वायुके ओषजनको वायुके नोषजनसे ही विद्युत् चाप (electric arc) के अत्यन्त उच्च तापक्रमके प्रभावसे संयुक्त करके बनाते है। इस तापक्रम पर नोषजन पहले नोषिक ओषिदमें परिणत हो जाता है; यह ओषिद जल और वायुकी विद्यमानतामें नोषिकाम्ल दे देता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार हैं :—

नो$_2$ + ओ$_2$ = २ नो ओ

४ नो ओ + ३ओ$_2$ + २उ$_2$ ओ = ४ उ नो ओ$_3$

(३) अमोनिया और वायुके मिश्रणको तप्त पर प्लैटिनम् उत्प्रेरकके ऊपर प्रवाहित करनेसे अमोनियाका ओषदीकरण हो जाता है पहले नोषिक ओषिद मिलता है जो पूर्वकी भांति वायु और जलके संसर्गसे नोषिकाम्ल में परिणत होजाता है।

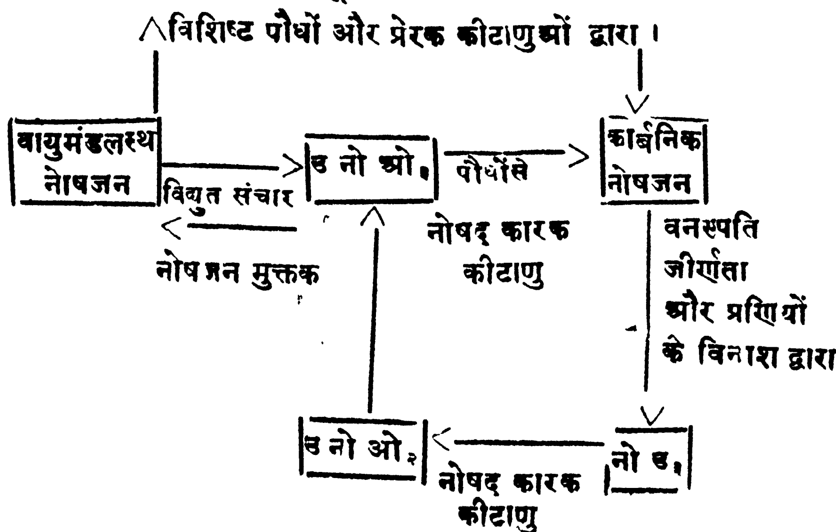
४नो उ$_3$ + ५ ओ$_2$ = ४ नो ओ + ६ उ$_2$ ओ

४नो ओ + ३ ओ$_2$ + २ उ$_2$ ओ = ४ उ नो ओ$_3$

वायुमंडलमें विद्युत् संचार होते रहते हैं जिनके कारण प्रति २४ घंटेमें, ऐसा अनुमान किया जाता है कि कमसेकम २५०,००० टन नोषिकाम्ल बनता रहता है। इसका कुछ थोड़ा सा अंश उपजाऊ भूमि पर वर्षा आदि द्वारा आकर गिरता है। पेड़-पौधे इसका उपयोग करते हैं। कुछ पौधे ऐसेभी होते हैं जो ऐसी भी भूमि में फलफूल सकते हैं जिसमें अमोनिया या नोषिकाम्लके लवण न भी हों। ये पौधे अपने शरीरस्थ प्रेरक-कीटाणुओंकी सहायतासे वायुके नोषजनको ग्रहण कर लेते हैं। पौधोंमें नोषजन द्वारा प्रत्यमिन (proteins) आदि यौगिक संश्लेषित होते रहते हैं। अन्य प्राणी इन पौधों, वनस्पतियोंके आहार पर अपना जीवन व्यतीत करते हैं। इस प्रकार नोषजन-यौगिक वनस्पतियों द्वारा शाकाहारी प्राणियोंके शरीर में प्रविष्ट हो जाते हैं। मांसाहारी प्राणियोंके शरीरमें उनके मांस आदि भोजन द्वारा नोषजन यौगिक पहुँच जाते हैं।

प्राणियोंके मलमूत्र द्वारा अथवा वनस्पतियों और प्राणियोंके जीर्ण और मृत्यु ग्रस्त होनेसे ये नोषजन यौगिक फिर भूमिमें पहुँच जाते हैं, जीर्ण होनेसे अमोनिया और अमोनियाके यौगिक पहले बनते हैं जो नोषदीकारक कीटाणुओं द्वारा नोषेत और नोषितोंमें परिणत होजाते हैं। ये नोषेत और नोषित फिर पौधों के उपयोगमें आते हैं। इसी प्रकार चक्र नित्य चलता रहता है।

इस चक्रको चित्रमें हम इस प्रकार प्रदर्शित कर सकते हैं।



नोषिकाम्ल के गुण—शुद्ध नोषिकाम्ल नीरंग द्रव है, इसमें वाष्पें उठती रहती हैं। यह कुछ अंशमें नोषजन परौषिदमें विभाजित होजाता है अतः कुछ दिनों रक्खे हुए नोषिकाम्लमें कुछ भूरासा रंग दृष्टिगत होता है। हाथ पर तीव्र अम्लके पड़नेसे पीले पीले दाग पड़ जाते हैं और खाल जल जाती है। अधिक मात्रामें शरीर पर पड़नेसे घावभी होजाते हैं। गरम करने पर यह कुछ विभाजित होने लगता है। ७८·२° पर उबलता है और ठंडा करनेसे यह ठोसाकार भी होसकता है। इसके नीरंग रवोंका द्रवांक—४१·३° है।

यह एक-शक्तिक अम्ल है और यह अत्यन्त प्रबल ओषद कारक है। नोषिकाम्लके घोलमें ताम्र छीलन डालनेपर शीघ्रही लाल लाल वाष्पें उठती दृष्टिगत होंगी। जब सब वाष्प निकल जायँ तो द्रवको वाष्पीभूति करके नीलासा पदार्थ ताम्रिक नोषेत, ता (नो ओ$_3$)$_2$ प्राप्त होगा।

नैलिन् और तीव्र नोषिकाम्लको गरम करने से नैलिन् ओषदीकृत होकर नैलिकाम्ल, उ नै ओ$_3$ में परिणत होजायगा। इसी प्रकार स्फुर इसके संसर्गमें ओषदीकृत होकर स्फुरिकाम्ल, उ$_3$ स्फुओ$_4$, देदेगा। वंगम् धातुको नोषिकाम्लमें छोड़नेसे वंग ओषिद, वंओ$_2$ बन जाता है।

धातुओं पर नोषिकाम्लका प्रभाव बहुतही विचित्र पड़ता है। ताम्रम् और दस्तम्के साथ प्रक्रिया निम्न प्रकार होती हैं:—

३ ता + ८ उ नो ओ$_3$ = ३ ता (नो ओ$_3$)$_2$ + २ नो ओ + ४ उ$_2$ ओ

४ द + १० उ नो ओ$_3$ = ४ द (नो ओ$_3$)$_2$ + नो$_2$ ओ + ५ उ$_2$ ओ

ताम्रम् द्वारा नोषिक ओषिद पृथक् हुआ था और दस्तम् द्वारा नोषस ओषिद। परौप्यम्, ओड्म्, इन्द्रम्, और स्वर्णम्को छोड़ कर अन्य सब धातुओं पर इसका प्रभाव पड़ता है। वंगम्, आंजनम्, संचीणम् और सुनागम् तो इसके संसर्गसे धातु ओषिद देते हैं, पर अन्य सब धातु नोषेतों में परिणत हो जाते हैं। नोषिकाम्ल स्वयं अनेक प्रकार से विभाजित हो जाता है। प्रक्रिया धातु, तापक्रम, अम्ल की शक्ति आदि अनेक कारणों पर निर्भर है। अवस्था के अनुसार, यह अवकृत होकर निम्न यौगिकों में से कोई न कोई यौगिक देता है—

१ ओषिद—नोओ$_2$, नो$_2$ओ$_4$, नोओ, और नो$_2$ओ

२ नोषजन

३ उदौषिलामिन, नोउ$_2$ओउ, और अमोनिया नोउ$_3$

इन सब गुणों से यह स्पष्ट ही है कि नोषिकाम्ल कैसा विचित्र पदार्थ है।

नोषिकाम्ल के लवण नोषेत कहलाते हैं। सैन्धक उदौषिद के घोल को नोषिकाम्ल द्वारा शिथिल करनेसे सैन्धक नोषेत, सैनोओ$_3$, प्राप्त होगा।

सैओउ + उनोओ$_3$ = सैनोओ$_3$ + उ$_2$ ओ

सीस कर्बनेतके घोलमें गरम हलका नोषिकाम्ल डालकर वाष्पीभूत करनेसे सीस नोषेत सी (नो ओ$_3$)$_2$के रवे प्राप्त होसकते हैं।

सी क ओ$_3$ + २ उ नो ओ$_3$ = सी नोओ$_3$)$_2$ + उ$_2$ओ + कओ$_2$

नोषेतोंकी पहिचान—१ नोषेतके घोल में तीव्र संपृक्तगन्धकाम्ल डालो। इसमें फिर ताम्र छीलन डालनेसे नोषजन-ओषिदकी भूरी वाष्पें उठने लगेंगी—

२पांनोओ$_3$ + उ$_2$गओ$_4$ = पां$_2$गओ$_4$ + २उनोओ$_3$

८ उनोओ$_3$ + ३ता = ३ता (नोओ$_3$)$_2$ + २नो ओ + ४उ$_2$ओ

इससे भी अच्छी पहिचान यह है कि परखनली में नोषेत का घोल लेकर संपृक्त गन्धकाम्ल की दो तीन बूंदे डालो। मिश्रण को पानीकी धार से ठंडा करलो। अब लोहस गन्धेत का संपृक्त घोल धीरे धीरे परख नली की सतहके सहारे से डालो। लोहस गन्धेत और नोषेत का घोल जहां पर मिलेगा वहां भूरा भूरा वृत्त बनजायगा। यह प्रक्रिया अत्यन्त उपयोगी है। इसे वृत्त-परीक्षा कहते हैं।

नोषेत—जितने भी नोषेत हैं वे सब जलमें घुलनशील हैं। इनको शुष्क जलानेसे लाल वाष्पें निकलने लगती हैं। और धातुओंके ओषिद बच रहते हैं। पांशुज नोषेतको जोरसे गरम करने से ओषजन निकलने

लगता है, और यह स्वयं पांशुज नोषितमें परिणत हो जाता है।

२पां नो ओ$_3$ = २पांनोओ$_2$ + ओ$_2$

अमोनियम नोषेत को गरम करने से नोषस ओषिद बनजाता है:—

नो उ$_4$ नो ओ$_3$ = नो$_2$ ओ + २उ$_2$ ओ

हम पहले यह देख चुके हैं कि अमोनियम नोषित को गरम करने से केवल नोषजन निकलता है।

नो उ$_4$ नो ओ$_2$ = नो$_2$ + २ उ$_2$ ओ

इससे स्पष्ट है कि नोषेतोंमें नोषितोंकी अपेक्षा ओषजनका एक अणु अधिक होता है। ये नोषेत अपने ओषदकारक गुणोंके कारण विस्फुटन पदार्थोंके बनानेमें उपयुक्त होते हैं। फुलझड़ी और बन्दूककी गोलीका मसाला बनानेमें शोरा अर्थात् पांशुज नोषेत, गन्धक और कोयलाका उपयोग किया जाता है। भूमिको उपजाऊ बनानेके लिये भी नोषेतोंका खादके रूपमें उपयोग किया जाता है। रजतनोषेत, र नो ओ$_3$, फोटोग्राफीमें रजतनैलिद, अरुणिद आदि बनानेमें बहुत उपयोग किया जाता है।

नोषसाम्ल, उनोओ$_2$

Nitrous Acid

यद्यपि नोषसाम्ल स्वयं अत्यन्त अस्थायी अम्ल है पर इसके लवण स्थायी पदार्थ हैं। शीले नामक वैज्ञानिक ने सबसे पहले यह प्रदर्शित किया था कि पांशुज नोषेत को गरम करनेके उपरान्त अवशिष्ट पदार्थमें यदि गन्धकाम्ल या उदहरिकाम्ल डाला जाय तो लाल वाष्पें उठने लगती हैं। इस घटनासे उसने यह अनुमान कियाकि पांशुज नोषेतको गरम करने से जो पदार्थ शेष रह जाता है वह एक नये अम्ल, नोषसाम्ल, उनो ओ$_2$ का लवण है।

सैन्धक नोषेत, सैनो ओ$_3$, को ताम्रम् या सीसम् केसाथ गरम करनेसे सैन्धक नोषित अधिक शीघ्रता से बनसकता है।

सै नो ओ$_3$ + सी = सै नो ओ$_2$ + सी ओ

नोषिकाम्लको संक्षीणसओषिदके साथ गरम करने पर नोषिकाम्लके अवकृत होनेसे तीन ओषिद, नो ओ और नोषजन परौषिद नो ओ$_2$, दोनोंकी लाल वाष्पें उठती हैं। इन वाष्पोंको यदि सैन्धक उदौषिद या पांशुज उदौषिदके घोलमें प्रवाहित किया जाय तोभी सैन्धक या पांशुज नोषित बन सकता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार है।

$$२ पां ओ उ + (नोओ + नो_2) = २ पां नो ओ_2 + उ_2 ओ$$

इन नोषितोंमें कुछ पीलापन होता है। इनके घोल बहुधा क्षारीय होते हैं। रजत नोषितके घोलमें सैन्धक नोषित का घोल डालनेसे रजत नोषित, र नो ओ$_2$ का अवक्षेप प्राप्त होगाः—

र नोओ$_3$ + सै नो ओ$_2$ = र नो ओ$_2$ + सै नो ओ$_3$

इन नोषितोंमें हलका गन्धकाम्ल, या उदहरिकाम्ल अथवा सिरकाम्ल डालनेसे उक्त अम्ल, उ नो ओ$_2$, पहलेपृथक होता है—

सै नो ओ$_2$ + उह = सै ह + उ नो ओ$_2$

पर यह अस्थायी होनेके कारण तत्काल विभाजित हो जाता है और नोषजनके ओषिदोंकी लाल वाष्पें उठने लगती हैं।

नोषिकाम्लमें ओषद कारक गुण होते हैं जैसा कि पहले कहा जा चुका है पर नोषसाम्लमें अवकरणके गुण होते हैं। वह जहाँसे भी हो सकता है वहाँसे ओषजन का एक अणु खींचकर स्वयं नोषिकाम्लमें परिणत हो जाता है। यह पांशुज परमांगनेत, पांशुजद्विरागेत आदि का शीघ्रतासे अवकरण कर देता है।

$$२ पां मा ओ_4 + ५ उ नो ओ_2 + ३ उ_2 ग ओ_4 = पां_2 ग ओ_4 + २ मा ग ओ_4 + ५ उ नो ओ_3 + ३ उ_2 ओ$$

इसी प्रकार अरुणिन् का अवकरण करके यह उसे उद-अरुणिकाम्लमें परिणत कर देता है।

$$उ नो ओ_2 + रु_2 + उ_2 ओ = उ नो ओ_3 + २ उरु$$

नोषसाम्ल स्वयं तो स्थित रह नहीं सकता है अतः इन सब प्रक्रियाओंमें सैन्धक नोषित का प्रयोग किया जाता है और उसके साथ साथ उदहरिकाम्ल की उचित मात्रा डालदी जाती है।

नैत्रितों की पहिचान—यदि नोषितों के घोलमें नशास्ता, (माँड़ी) का घोल उबालकर डाला जाय और कुछ पांशुज नैलेद का घोल भी डाल दिया जाय तो फिर सिरकाम्लके डालने पर नशास्ता नीला पड़ जायगा सिरकाम्ल नोषितोंमें से नोषसाम्ल जनित करता है। यह नोषसाम्ल पांशुज नैलिदमेंसे नैलिन् मुक्त कर देता है जिसके कारण नशास्ता नीला पड़ जाता है—

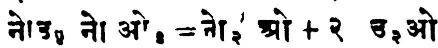


इस प्रकार नोषितोंकी पहिचान बहुत सरलतासे की जासकती है

नोषस ओषिद् नो, ओ [हँसाने वाली गैस]

Nitrous Oxide

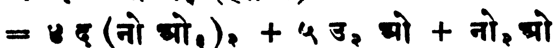
प्रीस्टले ने सबसे पहले इस ओषिद का अन्वेषण किया था। उसके पश्चात् डेवी ने संवत् १८५७ वि०में इसको अमोनियम नोषेत को गरम करके तैयार किया। इसमें प्रक्रिया निम्न प्रकार है:—



एक कुप्पीमें २५ ग्रामके लगभग अमोनियम नोषेत लो। इसमें वाहक नली आदि सब लगाओ जैसा कि ओषजन आदि गैसोंके इकट्ठा करनेके लिये नियम है। इसे दग्धकसे गरम करना आरम्भ करो। जब नोषेत विभाजित होने लगे तो सावधानीसे धीरे धीरे गरम करो जिससे कि गैस अत्यन्त तीव्र वेगसे न निकले। इसे गरम जल के ऊपर संचित करना चाहिये क्योंकि ठंडे जलमें यह कुछ घुलनशील है। इस प्रकार परीक्षाके लिये इस गैस द्वारा कई बेलन भर लो।

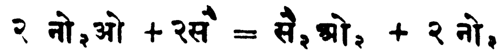
नोषस ओषिदके बनानेकी दूसरी विधि यह है कि नोषिकाम्लको दस्तम्के टुकड़ोंके साथ गरम करो। प्रक्रियामें नोषिकाम्ल का अवकरण हो जायगा:—





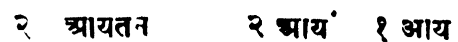
नोषस ओषिद के गुण—यह नीरंग गैस है, जिसमें मधुर गन्ध होती है और स्वाद भी अच्छा होता है। यह जलमें थोड़ी सी घुलनशील है। १५° शतांश पर यह १ आयतन जल में ०·७७१८ आयतन घुलनशील है।—९०° तक ठंडा करने से यह द्रवीभूत होजाती है। यह द्रव भी नीरंग पदार्थ है जिसका क्वथनांक —८८·७° है।

वस्तुओंके जलनेमें यह वायुकी अपेक्षा अधिक सहायक होता है। पांशुनम् और सैन्धकम् धातु भी इसमें जलसकती हैं। जलनेपर ये पदार्थ परौषिदों में परिणत होजाते हैं और नोषजन मुक्त होसकता है:—



एक परखनली में इस गैसको भरो और चिनगारी युक्त सींक इसमें लाओ। सींक जोरोंसे जलने लगेगी जैसाकि ओषजनमें जलने लगती है। गन्धक और स्फुर भी इसमें बड़ी चमक के साथ जलते हैं। वस्तुतः इन पदार्थोंके जलनेके लिये यह नोषस ओषिद पहले नोषजन और ओषजन में विभाजित होजाता है। यह मुक्त ओषजन ही पदार्थों के जलने में सहायक होता है—





संगठन—इस प्रकार २ आयतन नोषस ओषिदसे १ आयतन ओषजन और दो आयतन नोषजन प्राप्त होता है यदि एक झुकी नली में पारदके ऊपर नोषस ओषिद का निश्चित आयतन भरलिया जाय और सैन्धकम् का टुकड़ा सावधानीसे इसमें गरम किया जाय तो सम्पूर्ण ओषजन सैन्धकम्से संयुक्त होजायगा और केवल नोषजनही शेष रह जायगा। प्रयोग करने से यह पता चलता है कि प्रक्रियाके समाप्त होनेपर भी आयतनमें कोई अन्तर नहीं पड़ता है। इससे सिद्ध है कि नोषस ओषिदमें अपनेही आयतन के बराबर नोषजन है।

नोषसओषिदका वाष्पघनत्व निकालनेपर पता चला है कि यह उदजन की अपेक्षा २२ गुना भारी है। अतः २२·४ लीटर नोषस ओषिदका भार

४४ ग्राम हुआ। अभी हम कह आये हैं कि यह अपने आयतन केबराबर ही नोषजन देसकता है, अर्थात् २२.४ लीटर ओषिद से २२.४ लीटर नेषजन प्राप्त होसकता है। इतने आयतन लीटर नोषजन का भार २८ होता है। अतः ४४ ग्राम ओषिद्में २८ ग्राम नोषजन और शेष (४४ - २८) = १६ ग्राम ओषजन है। नोषजन का परमाणुभार १४ और ओषजनका १६ है अतः इस नोषस ओषिद का सूत्र नो$_2$ओ हुआ।

नोषस ओषिद को 'हंसाने वाली गैस' भी कहते हैं क्योंकि जब इसे हवा के साथ सूंघते हैं तो एक प्रकार की विशेष सनसनी होती है, और मनुष्य कुछ कालके लिये मतवाला होकर हंसने कूदने लगता है। शुद्धावस्थामें सूंघनेसे मूर्छनाभी हो जाती है जिससे मनुष्यको पीड़ाका अनुभव होना बन्द होजाता है। दाँत आदि उखाड़नेके समय इसका उपयोग किया जासकता है, जिससे रोगीको दर्द का अनुभव न हो।

नोषिक ओषिद, नोओ

(Nitric oxide)

प्रीस्टले ने सं० १८२६ वि० में इस ओषिदका अनुसन्धान किया था। उसने इसे ताम्रम् और नोषिकाम्ल द्वारा बनाया। प्रक्रिया निम्न प्रकार हैः—

३ ता + ८ उ नो ओ$_3$

= ३ ता(नो ओ$_3$)$_2$ + २ नो ओ + ४ उ$_2$ ओ

एक कुप्पीमें ताम्रछीलन रखो और तीव्र नोषिकाम्ल में उतनाही आयतन जल मिलाकर इसमें डालदो अम्लके डालतेही पहले तो लाल वाष्पें उठती दिखायी पड़ेंगी। (इस कुप्पी में वाहकनली आदि गैस बनाने की सब योजनायें करलो)। इसका कारण यह है कि कुप्पीके अन्दर की वायु और नोषिक ओषिदके संयोग से नोषजन परौषिद, नो ओ$_2$, बनता जारहा हैः—

२ नो ओ + ओ$_2$ = २ नो ओ$_2$

जब अन्दर का सम्पूर्ण ओषजन समाप्त होजायगा तो लाल वाष्पोंका निकलना बन्द होजायगा और शुद्ध नीरंग नोषिक ओषिद निकलने लगेगा जिसे पानीके ऊपर गैसके बेलनों में संचित किया जा सकता है। यह ओषिद जलमें बहुतही कम घुलनशील है।

बिल्कुल शुद्ध नोषिक ओषिद निम्न प्रकार बनाया जासकता है — एक कुप्पी में पारद को संपृक्त गन्धकाम्लके साथ जिसमें पांशुज नोषेत पांनोओ$_3$ भी डालदिया गयाहो, हिलाओ। शुद्ध नोषिक ओषिद निकलने लगेगा। प्रक्रिया इस प्रकार हैः—

२पांनोओ$_3$ + उ$_2$गओ$_4$ = पां$_2$गओ$_4$ + २उनोओ$_3$

८उनोओ$_3$ + ६पा + ३उ$_2$गओ$_4$

= २नोओ + ३पा$_2$गओ$_4$ + ४उ$_2$ओ

नोषेतों की पहिचान लिखते समय हमने यह बताया था कि नोषेतके घोलमें संपृक्त गन्धकाम्ल और लोहस गन्धेतका घोल डालनेसे एक प्रकार भूरा वृत्त बनता है। वस्तुतः इस प्रक्रियामें पहले नोषिक ओषिद जनित होता है। यह नोषिक ओषिद शेष लोहसगन्धेतसे संयुक्त होकर विचित्र भूरा यौगिक बनाता है। प्रक्रिया इस प्रकार है :—

पां नो ओ$_3$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = पां उ ग ओ$_4$ + उ नो ओ$_3$

६ लो ग ओ$_4$ + २ उ नो ओ$_3$ + ३ उ$_2$ ग ओ$_4$

= ३ लो$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ + २ नो ओ + ४ उ$_2$ ओ

भूरे यौगिक को गरम करके भी शुद्ध नोषिक ओषिद प्राप्त हो सकता है।

नोषिक ओषिद के गुण—यह नीरंग गैस है जो वायु से कुछ भारी होती है। यह जलमें बहुतही कम घुलनशील है। १५° श पर १ आयतन जलमें केवल ०.०५१ आयतनही घुलन शील है। बड़ी कठिनता से यह द्रवीभूत की जा सकती है। द्रवका क्वथनांक—१५०°.२ है जो—१६०°.८ पर श्वेत ठोसमें परिणत होजाती है। यह ठंडे लोहस गन्धेतके घोलमें शीघ्र घुल जाता है, घुलने पर भूरा काला द्रव प्राप्त होता है जिसका सूत्र [लो ग ओ$_4$, नो ओ] है।

यह वायुके ओषजनसे संयुक्त होकर शीघ्रही नोषजनपरौषिदमें परिणत होजाता है जिससे लाल लाल वाष्पें होती हैं।

इसमें बहुतसे पदार्थ जल सकते हैं, पर उसी अवस्थामें जब वे पहिले बाहरसे जोरोंसे जलाकर इसके अन्दर लाये जायें। इसका कारण यह है कि यदि पदार्थ पहलेसेही जोरोंसे जल रहे होंगे तो उनके तापसे नोषिक ओषिद् नोषजन और ओषजनमें विभाजित होसकेगा, अन्यथा नहीं। यहमुक्त ओषजन ही पदार्थों के उत्तरोत्तर जलनेमें साधक होजायगा। खूब जोरोंसे जलता हुआ स्फुर नोषिक ओषिदमें जल सकता है पर धीरे धीरे जलता हुआ स्फुर, जलता हुआ कोयला, या गन्धक इसमें बुझ जायगा क्योंकि इनके जलनेसे इतना ताप जनित नहीं होता है जो नोषिक ओषिदमें से ओषजनको मुक्त कर दे। इस विभाजनके लिये १०००° से ऊपरका तापक्रम आवश्यक है।

इस गैससे भरे हुए बेलनमें यदि कर्बनद्विगन्धिद कग₂, डाल कर हिलाया जाय तो मिश्रण दियासलाई लगानेही सुन्दर नीली ज्वालाओं से जलने लगेगा।

नोषिक ओषिद, नोषस ओषिद और ओषजन की पहिचान—नोषस ओषिदका वर्णन करते हुए हम लिख चुके हैं कि नोषस ओषिद पदार्थों के जलने में उतनाही साधक होता है जितनाकि ओषजन। अब यदि दो बेलनों में से एकमें यदि नोषस ओषिद भरा हो और दूसरे में ओषजन, तो दोनोंकी पहिचान किस प्रकार की जायगी! नोषिक ओषिदकी सहायतासे यह पहिचान की जा सकती है।

नोषिक ओषिदकी पहिचान—इसके बेलनको वायुमें खोलने पर लाल वाष्पें उठेंगी क्यों कि यह नोषजन परौषिदमें परिणत होजायगा।

नोषस ओषिदकी पहिचान—इसके बेलनके ऊपर नोषिक ओषिदसे भरा हुआ बेलन उल्टा करके रखो लाल वाष्पें नहीं दिखाई पड़ेंगी। क्योंकि नोषस ओषिद नोषिकओषिदके संयोगसे नोषजन परौषिद नहीं देता है।

ओषजनकी पहिचान—ओषजनके बेलनके ऊपर नोषिक ओषिदका बेलन लाकर उल्टा रखो। नोषजन परौषिदकी लाल वाष्पें दिखाई पड़ेंगी।

इस प्रकार ओषजन और नोषस ओषिदमें भेद किया जासकता है।

नोषिक ओषिदका संगठन—इसका संगठनभी उसी प्रकार निर्धारित किया जासकता है जिस प्रकार नोषस ओषिद का अर्थात् पारदके ऊपर एक झुकी हुई नलीमें इस गैसका कुछ निश्चित आयतन लो। सैन्धकम् धातुका टुकड़ा जलाओ। जलनेके पश्चात् अब गैसका आयतन पहलेसे आधा ही रह जायगा इसके गैस द्वारा अपने आयतनका आधा नोषजन प्राप्त होसकता है—

$$२नो ओ = नो_२ + ओ_२$$

२आय. १आय. १आय

[दो आयतन नोषिक ओषिद से १ आयतन नोषजन और १ आयतन ओषजन प्राप्त होताहै, इसमें से १ आयतन ओषजन तो सैन्धकम्से संयुक्त होकर समाप्त होजाताहै। शेष १ आयतन नोषजन रह जाता है। इस प्रकार दो आयतन ओषिदसे अन्तमें १ आयतन ही गैस पदार्थ मिलता है।]

नोषिक ओषिद का घनत्व १५ है अर्थात २२.४ लीटर ओषिदका भार ३० ग्राम है। इस आयतन में ११.२ आयतन नोषजन का है जिसका भार १४ ग्राम होता है। अतः इसमें शेष (३०—१४=१६) सोलह ग्राम ओषजन हुआ। नोषजनका परमाणु भार १४ है और ओषजन का १६ अतः नोषिक ओषिद का सूत्र [नो ओ] हुआ।

नोषजन त्रिओषिद, $नो_२ ओ_३$

Nitrogen trioxide

हलके नोषकाम्लको संखीणस ओषिद, $स_२ ओ_३$ के साथ स्रवण करनेसे नोषजन त्रिओषिद, $नो_२ ओ_३$, की लाल वाष्पें प्राप्त होती हैं जिन्हें द्रावक मिश्रण द्वारा ठंडा करनेपर नीला उड़नशील द्रव प्राप्त होता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार है।—

$$२उ नो ओ_३ + स_२ ओ_३ = स_२ ओ_५ + उ_२ ओ + नो_२ ओ_३$$

यह वस्तुतः नो ओ और $नो ओ_२$ का मिश्रण माना जासकता है—

$$\text{नो ओ} + \text{नो ओ}_2 = \text{नो}_2\ \text{ओ}_3$$

इसे नोषसाम्लका अनाद्रिद भी कह सकते हैं—

$$२\ \text{उ नो ओ}_2 = \text{नो}_2\ \text{ओ}_3 + \text{उ}_2\ \text{ओ}$$

इसे सैन्धक उदौषिदके घोलमें प्रवाहित करनेसे सैन्धक नोषित, सै नो ओ$_2$, प्राप्त होसकता है :—

$$२\ \text{सै ओ उ} + \text{नो}_2\ \text{ओ}_3 = २\ \text{सै नो ओ}_2$$

नोषजन परौषिद, नो ओ^2

Nitrogen peroxide

नोषिक ओषिद और वायुके संसर्गसे नोषजन परौषिद, नो ओ$_2$ बनता है।

$$\text{नो ओ} + \text{ओ} = \text{नो ओ}_2$$

१४०° श तापक्रमके नीचे यह परौषिद बहुधा नोषजन चतुरौषिद, नो$_2$ ओ$_4$, के रूपमें विद्यमान रहता है—

$$२\ \text{नो ओ}_2 = \text{नो}_2\ \text{ओ}_4$$

संयुक्त नोषिकाम्लपर ताम्रम्के प्रभावसे प्रीस्टलेने इसे तैयार किया था।

$$\text{ता} + ४\ \text{उ नो ओ}_3 = \text{ता}(\text{नो ओ}_3)_2 + २\ \text{नो ओ}_2 + २\ \text{उ}_2\ \text{ओ}$$

यह ध्यान रखना चाहिये कि नोषिक ओषिदके बनानेमें नोषिकाम्लको जलद्वारा हल्का कर लिया गया था।

सीस नोषेतको गरम करके भी यह बनाया जा सकता है—

$$२\ \text{सी}(\text{नो ओ}_3)_2 = २\ \text{सी ओ} + ४\ \text{नो ओ}_2 + \text{ओ}_2$$

एक मजबूत परखनलीमें शुष्क सीस नोषेतका चूर्णलो इसके मुँहमें काग कस कर एक वाहकनली लगाओ जिसका दूसरा सिरा चूल्हाकार नलीके संयुक्त रहे। चूल्हाकार नलीको द्रावक मिश्रणमें रख दो। परखनली को गरम करो। नोषजन परौषिदका पीला-द्रव चूल्हाकार नलीमें आजावेगा।

नोषजन परौषिदके गुण—इसकी वाष्पें लाल होती हैं। द्रावक मिश्रण द्वारा ठंडा करके पीलाद्रव प्राप्त होता है जो और अधिक ठंडा किये जाने पर पील ठोस पदार्थ हो सकता है जिसके रवोंका द्रवांक —९·०४ है।

यह पदार्थोंके जलनेमें साधक नहीं है पर ज़ोरोंसे जलता हुआ स्फुर इसमें जल सकता है। इसका कारण वही है जो नोषिक ओषिदके विषयमें था। पांशुजम्का टुकड़ा एक दम इसमें जल उठता है। गरम किया हुआ सैन्धकम् भी जलता रहता है। आधा आयतन नोषजन इन प्रक्रियाओंमें शेष रह जाता है—

$$२\ \text{नो ओ}_2 = \text{नो}_2 + २\ \text{ओ}_2$$

२ आय. १ आय

नोषजन पंचौषिद, नो$_2$ ओ$_5$

नोषिकाम्लको स्फुर पंचौषिद द्वारा स्रवण करनेसे नोषजन पंचौषिद नामक ठोस श्वेत यौगिक प्राप्त होता है। स्फुर पंचौषिद, स्फु$_2$ ओ$_5$ नोषिकाम्लमें से जलका एक अणु पृथक् कर लेता है:—

$$२\ \text{उ नो ओ}_3 = \text{नो}_2\ \text{ओ}_5 + \text{उ}_2\ \text{ओ}$$

अतः नोषजन पंचौषिदको नोषिकाम्लका अनाद्रिद कहना चाहिये।

पन्द्रहवां अध्याय

स्फुर

(Phosphorous)



वर्त संविभागके पंचम समूहके तत्वोंमें नोषजनके पश्चात् स्फुर तत्व आता है। नोषजन और स्फुर के गुणोंमें साधारणतः बहुत भेद प्रतीत होता है क्योंकि नोषजन स्वयं ओषजनके संसर्ग से जल नहीं उठता है पर स्फुरके बड़े बड़े टुकड़े ओषजनके संसर्गसे साधारण वायुके तापक्रमपर जलने लगते हैं। छोटे छोटे टुकड़े भी ओषजनसे प्रभावित होते रहते हैं, और यदि अंधेरेमें देखा जाय तो इन छोटे छोटे

टुकड़ोंसे हरी हरी रोशनी निकलती दिखायी पड़ेगी। इस गुणके कारण ही इस तत्वका नाम 'स्फुर' रखा गया है (स्फुर=चिनगारी)।

सं० १७२६—३१ वि० के लगभग हामबर्गके एक वैद्य, ब्राण्ड ने दैवयोगके मूत्रको वाष्पीभूत करके उसके साथ बालू और कोयला मिलाकर स्रवण करना आरम्भ किया। इस प्रक्रियामें उसे ऐसा पदार्थ मिला जो अंधेरेमें भी चमकता था। यह पदार्थ 'स्फुर' था। मूत्रमें सैन्धक अमोनियम स्फुरेत होता है जो गरम करनेसे सैन्धक-मध्य-स्फुरेत, सैस्फु ओ$_{३}$, में परिणत हो जाता है। इसका अवकरण कोयले द्वारा निम्न प्रकार हो जाता है:—

२ सै स्फु ओ$_{३}$ + ४ क = सै$_{२}$ क ओ$_{३}$ + २ स्फु + ३ क ओ

इस प्रकार स्फुर प्राप्त हो जाता है। सं० १८२७ वि० में 'गान' वैज्ञानिक ने हड्डियोंमें खटिक स्फुरेत की विद्यमानता देखी और शीले ने हड्डियोंकी राखसे स्फुर प्राप्त किया। सं० १८३४ वि० में लवाशिये ने स्फुरको तत्व सिद्ध कर दिया।

प्रकृतिमें स्फुर मुक्त अवस्थामें नहीं प्राप्त होता है; अधिकतर लवणोंके रूपमें यह पाया जाता है। खटिक स्फुरेत, ख$_{३}$ (स्फु ओ$_{४}$)$_{२}$ इन लवणोंमें बहुत प्रसिद्ध है। इसके अतिरिक्त फलों, वृक्षों और पौधोंके बीजोंमें भी यह विद्यमान है। प्राणि-जगत् और वनस्पतियोंकी वृद्धिके लिये यह अत्यंत आवश्यक पदार्थ है।

हड्डियोंमें खटिक कर्बनेत, मज्जा आदि पदार्थोंके साथ खटिक स्फुरेत ख$_{३}$ (स्फु ओ$_{४}$)$_{२}$ की मात्रा समुचित परिमाणमें विद्यमान है।

स्फुर प्राप्त करनेकी विधि

(१) यह कहा जा चुका है कि शीले ने इसे हड्डीकी राखसे बनाया था। हड्डीकी राखमें खटिक स्फुरेत होता है। इसे गरम गन्धकाम्ल (घनत्व १.५) के साथ उबाला गया जिससे स्फुरिकाम्ल निम्न प्रक्रिया के अनुसार मिला—

ख$_{३}$ (स्फु ओ$_{४}$)$_{२}$ + ३ उ$_{२}$ ग ओ$_{४}$ = ३ ख ग ओ$_{४}$ + २ उ$_{३}$ स्फु ओ$_{४}$

यह स्फुरिकाम्ल गरम करनेपर मध्य-स्फुरिकाम्ल उ स्फ ओ$_{३}$, में परिणत हो जाता है—

उ$_{३}$ स्फु ओ$_{४}$ = उ स्फु ओ$_{३}$ + उ$_{२}$ ओ

स्फुरिकाम्ल घोलको छाननेके पश्चात् गरम कर गाढ़ा करके चासनी के समान बना लेते हैं। इसमें फिर पीसकर कोयला (कोक) मिला दिया जाता है और पक्की मिट्टीके बड़े बड़े भभकोंमें रक्त-तप्त करके स्फुर स्रवण कर लिया जाता है।

४ उ स्फु ओ$_{३}$ + १२ क = २ उ$_{२}$ + १२ क ओ + स्फु$_{४}$

स्फुरको जलके अन्दर रखते हैं।

(२) आज कल विद्युत् भट्ठियोंमें वूह्लरकी विधिसे स्फुर तैयार किया जाता है। अघुल कठोर स्फुरेतों को बालू और कोयला (कोक) के साथ मिलाकर विद्युत् भट्ठोमें रखते हैं। इस भट्ठीमें गैसों और स्फुरकी वाष्पोंके निकलनेके लिये मार्ग होता है। कर्बनके ध्रुवों द्वारा धारा प्रवाहितकर विद्युत् चाप जनित किया जाता है। बालूके साथ खटिक स्फुरेत निम्न प्रकार परिणत हो जाता है:—

ख$_{३}$(स्फु ओ$_{४}$)$_{२}$ + ३ शै ओ$_{२}$ = ३ खशै ओ$_{३}$ + स्फु$_{२}$ ओ$_{५}$
खटिक शैलेत

यह प्रक्रिया ११५०° श के लगभग होती है। खटिक शैलेत इस तापक्रम पर पिघली हुई अवस्थामें होता है। अतः भट्ठीके नीचेके छेदों द्वारा इसे बाहर निकाल लेते हैं, स्फुर पंचौषिद, स्फु$_{२}$ ओ$_{५}$, की वाष्पें १५००° श के लगभग कर्बन (कोयले) से प्रभावित होकर अवकृत हो जाती हैं और स्फुर प्राप्त हो जाता हैं:—

स्फु$_{२}$ ओ$_{५}$ + ५ क = २ स्फु + ५ क ओ

स्फुरकी वाष्पोंको ठंडा करके जलके अन्दर संचित किया जाता है।

स्फुरके बहुरूप

हम कह चुके हैं कि गन्धक कई रूपमें पाया जाता है। ओषोन ओषजनका दूसरा ही रूप है।

इसी प्रकार स्फुर भी कई रूपमें पाया जाता है। मुख्य रूप निम्न हैः—

(१) पीला या श्वेत स्फुर
(२) लाल स्फुर

इसके अतिरिक्त सिंदूरी स्फुर और बैंजनी स्फुर भी होते हैं।

पीला स्फुर—ऊपर बतायी गई विधियोंसे पीला स्फुर प्राप्त होता है। इसे श्वेत स्फुर भी कहते हैं। यह मोमके समान श्वेत अल्प पारदर्शक पदार्थ है। यह इतना नरम होता है कि चाकूसे काटा जा सकता है। पानीके अन्दरही इसे काटना चाहिये क्योंकि वायुमें काटनेसे इसमें आग लगजानेका भय है। इसका घनत्व १·८३ है और द्रवांक ४४.१°। यह लगभग २८७ के उबलने लगता है। यह पानीमें अघुल है पर बानजाबीन, तारपीनके तैल, जैतूनके तैल, गन्धक हरिद और कर्बनद्वि गन्धिद, कग२, में विशेषतः घुलनशील है ओषजनमें यह साधारण ताक्रम परही ओषदीकृत होने लगता है और हरी रोशनी निकलने लगती है। इस गुणको 'स्फुरण, (Phosphorescence' कहते हैं। शुद्ध वायुमें गरम करने पर ५०° परही इसमें आग लग जाती है और चमकीला श्वेत प्रकाश छाजाता है। जलनेसे स्फु२ ओ५ (स्फुर पंचौषिद)की वाष्पेंभी उठती हैं। पानीमें रखनेसे धीरे धीरे स्फुर के दण्ड (Stick) पर श्वेत पपड़ी जम जाती है जो बादको लाल और फिर काली पड़ जाती है। श्वेत स्फुर विषैला पदार्थ है।

लाल स्फुर—श्वेत स्फुरको ऐसी कुप्पीमें जिसमें कर्बन द्विओषिद या नोषजन भरा हो, २५०° के तापक्रमपर कुछ घंटों तक गरम करनेसे एक प्रकार का द्रव प्राप्त होता है जो ठंडा होनेपर लाल चूर्ण बन जाता है। इसेही लाल स्फुर कहते हैं। इस प्रक्रियामें बहुत ताप जनित होता है।

स्फु (श्वेत) = स्फु (लाल) + ३.७ ह. ग. कलारी

थोड़ासा नैलिन् डाल देनेसे यह प्रक्रिया २००° श पर हो सकती है। नैलिन् उत्प्रेरक है।

लाल स्फुरका घनत्व २.१०६ है। इस प्रकार यह श्वेत स्फुरसे भारी होता है। यह अपने आप वायुमें नहीं जल सकता है। इसमें गन्ध, स्वाद कुछ भी नहीं है। यह विषैला भी नहीं है। २४०°श से नीचे गरम करनेमें इसमें आग नहीं लग सकती है। इसका द्रवांक ५००° और ६००°शके बीचमें है। बहुत जोरों से गरम करने पर यह वाष्पीभूत हो सकता। इसकी वाष्पोंको ठंडा करने पर फिर श्वेतस्फुर प्राप्त हो जाता है।

श्वेत स्फुर अस्थायी पदार्थ है, पर लालस्फुर स्थायी है।

सिंदूरी स्फुर—श्वेत स्फुरको स्फुर-त्रि-ब्रह्मिद, स्फु ब्र३. में १०% घुलाकर दस घंटे उबालनेसे सिंदूरी रंगका चूर्ण प्राप्त होता है यह लाल स्फुरकी अपेक्षा अधिक तीव्र होता है। यह विषैला नहीं है और वायुमें ओषिदकृत भी नहीं होता है।

काला स्फुर—लाल स्फुरको बन्द नलीमें ५३०°श पर गरम करनेसे काला स्फुर प्राप्त होता है। इसके चमकीले रवे होते हैं। इसका घनत्व २.३४ होता है।

बैंजनी स्फुर—श्वेत स्फुरको थोड़ेसे सैन्धकम्के साथ गरम करनेसे यह प्राप्त होता है। घनत्व २.३५ है।

दियासलाई

स्फुरका सबसे बड़ा उपयोग दियासलाई बनानेमें होता है। पुराने समयमें चकमक पत्थरको रगड़कर आग पैदाकी जाती थी। यह प्रक्रिया अब आजकल लुप्तही हो गई है। दियासलाइयोंका प्रचार अब घर घर हो गया है।

दियासलाइयोंके आरम्भ कालमें लकड़ीकी छोटी छोटी शलाकोंके सिरेपर गन्धककी एक बूंद लगी होती थी जिसके चारों ओर पांशुज हरेत, शक्कर और गोंदका मिश्रण लगाया जाता था। इस शलाकाको गन्धकाम्लकी बोतलमें डुबाकर आग उत्पन्नकी जाती थी।

रगड़कर जलाई जाने वाली दियासलाइयोंका सर्व प्रथम अन्वेषण स्टौकटनके जे. वाकर ने सं० १८८४ वि० में किया था। उस समय १०० दियासलाइयोंका मूल्य १४ आनेके लगभग था। इन दियासलाइयोंके सिरोंपर गन्धक, आञ्जन गन्धिद, पांशुज हरेत और गोंद का मिश्रण लगा होता था। ये कांचके पत्र (या बालूके पत्र) पर रगड़कर जलाई जाती थीं।

इसके पश्चात् स्फुरकी, दियासलाइयों का प्रचार बढ़ने लगा। इन दियासलाइयों के सिरोंपर पांशुज हरेत, स्फुर खड़िया मिट्टी और गोंदका मिश्रण लगाया गया। ये दियासलाइयां पूर्वोल्लिखित दियासलाइयोंकी अपेक्षा अधिक सरलतासे जल सकती थीं पर इन दियासलाइयोंके बनानेमें एक बड़ी कठिनाई थी। श्वेत स्फुर की विषैली वाष्पोंने कारखानोंमें काम करने वाले व्यक्तियोंको अत्यन्त घातक पीड़ायें पहुँचायीं। उनके जबड़ेकी हड्डियोंमें विकार उत्पन्न हो गये। अतः स्फुर गन्धिद या लाल स्फुर का बैंजनो रूपका उपयोग किया जाने लगा, इसमें विषैले गुण नहीं थे। और किसीभी वस्तुसे रगड़कर ये दियासलाइयाँ जलाई जा सकती थीं।

आजकल सुरक्षित-दियासलाइयां (सेफ़्टी माचेज़) का ही अधिक प्रचार है। इन दियासलाइयों में स्फुर नहीं होता है। चीड़की लकड़ीकी पतली तीलियोंके सिरेपर पांशुजहरेत, आंजन-गन्धिद और गोंद लगा होता है। दियासलाईकी डिबियोंके एक सिरेपर लाल स्फुर लगा होता है। इसी लाल स्फुरपर रगड़नेसे दियासलाई जल उठती है। लाल स्फुरका उपयोग कारखानेमें कामकरने वालोंके लिये हानिकर भी नहीं है और ऐसी दियासलाइयोंसे किसी प्रकारकी दुर्घटना भी होनेकी आशंका नहीं है; क्योंकि ये प्रत्येक पदार्थसे रगड़ खाकर जल नहीं उठती हैं।

स्फुरके ओषिद

स्फुर के दो मुख्य ओषिद हैं:—

(१) स्फुर पंचौषिद, स्फु$_2$ ओ$_5$। नोषजनके पंचौषिद नो$_2$ ओ$_5$ के समान इसे समझना चाहिये।

(२) स्फुर त्रिओषिद, स्फु$_2$ ओ$_3$। यह नोषजन त्रिओषिद, नो$_2$ ओ$_3$, के समान है।

स्फुर पंचौषिद स्फु$_2$ओ$_5$:—वायुकी समुचित मात्रा में, अर्थात् खुली वायुमें स्फुर जलानेसे स्फुर पंचौषिद स्फु$_2$ ओ$_5$, प्राप्त होता है। इसका सर्व-प्रथम अन्वेषण बायल ने किया था। व्यापारिक मात्रामें बनानेके लिये लोहेका एक बड़ा बेलन लेते हैं जिसके ऊपर ढकना रहता है। इसमें चमचा रखनेके लिये एक छेद रहता है। चमचे में स्फुर जलाकर बेलनके अन्दर रख दिया जाता है। स्फुर पंचौषिद बेलनके नीचे रखी हुई शुष्क बोतलमें गिरता रहता है। ढकना उठाकर बेलनकी हवा समय समय पर बदल दी जाती है और चमचेका स्फुर जब समाप्त होजाता है तो और स्फुर जलाकर रखा जाता है।

यह श्वेतरङ्गका चूर्ण होता है। यह जलको बहुत जल्दी सोख लेता है। इस गुणके कारण गैसों को शुष्क करनेमें इसका बहुत उपयोग किया जाता है। नोषिकाम्लमें से भी यह जलका एक अणु खींच लेता है और नोषजन पंचौषिद, नो$_2$ ओ$_5$, शेष रह जाता है:—

२ उ नो ओ$_3$ + स्फु$_2$ ओ$_5$ = २ उ स्फुओ$_3$ + नो$_2$ ओ$_5$

स्फुर पंचौषिद जलग्रहण करके मध्य-स्फुरिकाम्ल उ स्फु ओ$_3$ में परिणत होजाता है:—

स्फु$_2$ ओ$_5$ + उ$_2$ ओ = २ उ स्फु ओ$_3$

स्फुर त्रिओषिद—स्फु$_2$ ओ$_3$—स्फुर को थोड़ीसी वायुमें गरम करनेसे स्फुर त्रिओषिद प्राप्त होता है। यह मोम के समान श्वेत रवेदार ठोस पदार्थ है जिसका द्रवांक २२.५° श और क्वथनांक १७३.१° श है यह विषैला पदार्थ है जिसमें लहसुन की सी बुरी तीक्ष्ण गन्ध होती है। साधारण तापक्रम पर ही यह वायुमें स्फुर पंचौषिदमें परिणत हो जाता है।

स्फु$_2$ ओ$_3$ + ओ$_2$ = स्फु$_2$ ओ$_5$

वायुमें ७०° पर यह जलने भी लगता है। ठंडे जलमें यह धीरे धीरे घुलता है और स्फुरसाम्ल, उ$_3$ स्फु ओ$_3$, जनित होता है:—

स्फु$_2$ ओ$_3$ + ३ उ$_2$ ओ=२ उ$_3$ स्फु ओ$_3$

गरम पानीके संसर्गसे इसमें विस्फुटन होता है और स्फुरिन, स्फु उ$_3$, और स्फुरिकाम्ल जनित होता है:—

२ स्फु$_2$ ओ$_3$ + ६ उ$_2$ ओ = स्फु उ$_3$ + ३ उ$_3$ स्फु ओ$_4$

स्फुरिकाम्ल

स्फुर पंचौषिद, स्फु$_2$ ओ$_5$, से तीन प्रकारके स्फुरिकाम्ल प्राप्त हो सकते हैं:—

(१) ठंडे जलके संसर्गसे स्फुरपंचौषिद मध्य स्फुरिकाम्ल, उ स्फु ओ$_3$, में परिणत हो जाता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार है:—

स्फु$_2$ ओ$_5$ + उ$_2$ ओ=२ उ स्फुओ$_3$

इसमें जलके एक अणुके साथ संयेाग होता है। मध्य स्फुरिकाम्ल को नोषिकाम्ल, उ नो ओ$_3$, के समान समझना चाहिये।

(२) गरम पानी के संसर्गसे स्फुर पंचौषिद जलके तीन अणुओं में संयुक्त हो जाता है और पूर्व-स्फुरिकाम्ल उ$_3$ स्फु ओ$_4$ जनित होता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार है:--

स्फु$_2$ ओ$_5$ + ३ उ$_2$ ओ=२ उ$_3$ स्फु ओ$_4$

(३) इस पूर्व-स्फुरिकाम्ल, उ$_3$ स्फु ओ$_4$ को सावधानीसे गरम करनेपर उष्म-स्फुरिकाम्ल उ$_4$ स्फु$_2$ओ$_7$ प्राप्त होता है:—

२ उ$_3$ स्फुओ$_4$ =उ$_4$ स्फु$_2$ ओ$_7$ + उ$_2$ ओ

इस प्रकार इन तीनों स्फुरिकाम्लों को स्फुर पंचौषिद में जल के एक, दो अथवा तीन अणु संयुक्त कर देने से बनाया जा सकता है:—

मध्य स्फुरिकाम्ल ··· स्फु$_2$ ओ$_5$ + उ$_2$ ओ → उ स्फु ओ$_3$

उष्म स्फुरिकाम्ल ··· स्फु$_2$ ओ$_5$ + २ उ$_2$ ओ → उ$_4$ स्फु$_2$ ओ$_7$

पूर्व स्फुरिकाम्ल ··· स्फु$_2$ ओ$_5$ + ३ उ$_2$ ओ → उ$_3$ स्फुओ$_4$

संगठन में इतनी समता होते हुए भी इन तीनों अम्लोंके गुण परस्पर में सर्वथा भिन्न हैं।

पूर्व स्फुरिकाम्ल, उ$_3$ स्फु ओ$_4$

(Ortho phosphoric acid)

पूर्व स्फुरिकाम्ल व्यापारिक मात्रामें १०० भाग हड्डीकी राखको ६६ भाग सपृक्त गन्धकाम्लके साथ गरम करके बनाया जाता है। हड्डीकी राखमें खटिक स्फुरेत, ख$_3$ (स्फु ओ$_4$)$_2$ होता है अतः प्रक्रिया निम्न प्रकार है :—

ख$_3$ (स्फुओ$_4$)$_2$ + ३ उ$_2$ गओ$_4$

= ३ ख गओ$_4$ + २ उ$_3$ स्फुओ$_4$

प्रक्रियामें जनित अघुल खटिक गन्धेत छानकर अलग करलिया जाता है। शुद्ध अवस्थामें प्राप्त करनेके लिये स्फुरको नोषिकाम्ल द्वारा ओषदीकृत करते हैं।

३ उ नोओ$_3$ + स्फु = उ$_3$ स्फुओ$_4$ + नोओ + नोओ$_2$ नोषजनके ओषिद उड़नशील हैं, इस प्रकार शुद्ध पूर्व-स्फुरिकाम्ल प्राप्त होजाता है। इसके नीरंग रवोंका द्रव क ३८.६°श। १६०°श तक यह बिना परिवर्त्तित हुए ही गरम किया जा सकता है, पर इस तापक्रमके ऊपर गरम करने पर इसमें से जलका एक अणु पृथक् हो जाता है और मध्य स्फुरिकाम्ल शेष रह जाता है :—

उ$_3$ स्फु ओ$_4$ = उस्फुओ$_3$ + उ$_2$ ओ

पूर्वस्फुरेत—पूर्व स्फुरिकाम्लके लवणोंको पूर्व-स्फुरेत कहते हैं। पूर्व स्फुरिकाम्ल त्रिभस्मिक अम्ल है अर्थात् इसमें तीन ऐस उद्जन परमाणु हैं जो किसी धातु तत्वसे स्थापित किये जा सकते हैं। पर यह आवश्यक नहीं है कि तीनों उद्जन स्थापित ही हों। ऐसे भी लवण हो सकते हैं जिनमें केवल एक अथवा दो उद्जन ही धातु तत्त्वों द्वारा स्थापित किये गये हों। इस प्रकार पूर्व-स्फुरेत तीन प्रकारके हो सकते हैं।

प्रथम पूर्व स्फुरेत—यथा सैन्धक द्विउद्जन स्फुरेत, सै उ$_2$ स्फु ओ$_4$।

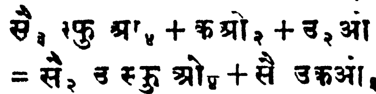
द्वितीय पूर्व स्फुरेत—जैसे द्विसैन्धक उद्जन स्फुरेत, सै$_2$ उ स्फुओ$_4$।

तृतीय पूर्व स्फुरेत—जैसे त्रि सैन्धक स्फुरेत, सै₃ स्फुओ₄

साधारणतया 'स्फुरेत' कहनेसे 'पूर्वस्फुरेतों' का ही तात्पर्य समझना चाहिये।

स्फुरिकाम्ल को दाहक सोडा, (सैन्धक उदौषिद्) या सैन्धक कर्बनेत द्वारा सावधानीसे शिथिल करके (घोल हलका क्षारीय हो) वाष्पीभूत करनेसे द्विसैन्धक उदजन स्फुरेत, सै₂ उस्फुओ₄, १२ उ₂ ओ,के रवे प्राप्त होते हैं। ये रवे बड़ी जल्दी पसीजने लगते हैं। इनका द्रवांक ३५° है, ये जलमें घुलनशील हैं। साधारण सैन्धक स्फुरेत यही होता है।

साधारण सैन्धक स्फुरेत, सै₂ उ स्फुओ₄ के घोल में इतना स्फुरिकाम्ल डालकर कि घोलका भार-हरिद् भह₂ से अवक्षेपित होना बन्द होजाय, घोलको वाष्पी भूत करके प्रथम सैन्धकस्फुरेत, सै उ₂ स्फुओ₄, उ₂ओ प्राप्त होता है।

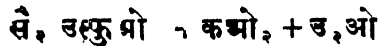


त्रि सैन्धक स्फुरेत, सै₃ स्फुओ₄, १२ उ₂ ओ प्राप्त करनेके लिये साधारण सैन्धक स्फुरेत सै₂ उ स्फु ओ₄ में सैन्धक उदौषिद् की उपयुक्त मात्रा डालनी चाहिये। इस त्रिसैन्धकम् स्फुरेतका घोल तीव्र क्षारीय होता है। यह कर्बन द्विओषिद् से विभाजित होजाता है।

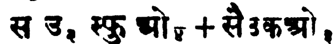
सै₃ स्फु ओ₄ + कओ₂ + उ₂ओ

= सै₂ उ स्फु ओ₄ + सै उकओ₃

यह प्रक्रिया यहीं समाप्त नहीं होती है, कर्बन द्विओषिद्का द्विसैन्धक उदजन स्फुरेत पर फिर प्रभाव पड़ता है और सैन्धक द्वि उदजन स्फुरेत जनित होता है।



सै₂ उस्फुओ + कओ₂ + उ₂ओ



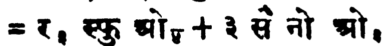
= स उ₂ स्फु ओ₄ + सैउकओ₃

इस प्रकार यह प्रक्रिया भी विपर्ययेय है।

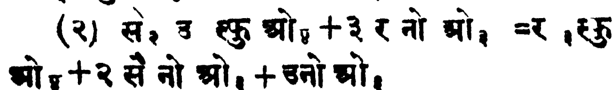
तीनों प्रकारके सैन्धकस्फुरेत रजत नोषेतके साथ पीला अवक्षेप देते हैं।



(१) सै₃ स्फु ओ₄ + ३ र नो ओ₃



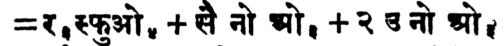
= र₃ स्फु ओ₄ + ३ सै नो ओ₃



(२) सै₂ उ स्फु ओ₄ + ३ र नो ओ₃ = र₃ स्फु ओ₄ + २ सै नो ओ₃ + उनो ओ₃



(३) सै उ₂ स्फुओ₄ + ३ र नो ओ₃



= र₃ स्फुओ₄ + सै नो ओ₃ + २ उ नो ओ₃

उपर्युक्त द्वितीय और तृतीय प्रक्रियाओंमें नोषिकाम्ल जनित होता है अतः घोल अम्लीय होजाता है और प्रक्रियायें विपर्ययित होजाती हैं। ये प्रक्रियायें अतः अपूर्ण रह जाती हैं। इन प्रक्रियाओंको पूर्ण करनेके लिये यह आवश्यक है कि पहले ही सैन्धक-उदौषिद् अधिक मात्रामें डाल दिया जाय।

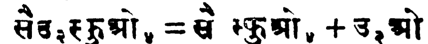


मध्य स्फुरिकाम्ल उ स्फु ओ₃

(Meta phosphoric Acid)

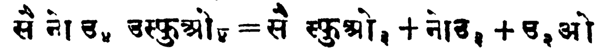
यह कहा जा चुका है कि मध्य स्फुरिकाम्ल स्फुर पंचौषिद्को ठंडे जलमें घुलानेसे प्राप्त हो सकता है। पूर्व-स्फुरिकाम्लको गरम करनेसेभी यह प्राप्तहोता है। हैम-स्फुरिकाम्ल नामसे जो स्फुरिकाम्ल मिलता है वह ठोस मध्यस्फुरिकाम्ल होता है, इसके घोलको उबालनेसे यह पूर्वस्फुरिकाम्लमें परिणत हो जाता है। इसके लवण मध्य-स्फुरेत कहलाते हैं।

सैन्धक मध्यस्फुरेत—सैस्फुओ₃-मध्यस्फुरिकाम्लको सैन्धक कर्बनेतसे शिथिल करनेपर सैन्धक मध्यस्फुरेत प्राप्त होता है। सैन्धक द्विउदजन स्फुरेत को गरम करनेसेभी यह मिल सकता है:—



सैउ₂स्फुओ₄ = सै स्फुओ₃ + उ₂ओ

माइक्रोकास्मिक लवण (सैन्धक अमोनियम उदजनस्फुरेत) को गरम करनेसे यह बड़ी सरलतासे बनाया जा सकता है:—



सै नोउ₄ उस्फुओ₄ = सै स्फुओ₃ + नोउ₃ + उ₂ओ

यह जलमें घुलन शील है। रजत नोषेत का घोल डालनेसे श्वेत अवक्षेप प्राप्त हो सकता है। अण्डसित के घोलके साथभी श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है, सैन्धक कर्बनेतके साथ गरम करने से यह सैन्धक पूर्व स्फुरेतमें परिणत हो जाता है



उष्म स्फुरिकाम्ल उ₄ स्फु₂ ओ₇

(Pyrophosphoric acid)

जब पूर्व स्फुरिकाम्ल २१५° श के लगभग गरम किया जाता है तो उष्म स्फुरिकाम्ल प्राप्त होता है:—



२ उ₃ स्फुओ₄ = उ₄ स्फु₂ ओ₇ + उ₂ओ

यह कांचके समान पदार्थ है। इसके घोलको उबालनेसे यह पूर्व स्फुरिकाम्लमें परिणत हो जाता है। साधारण सैन्धक स्फुरेत सै₂उस्फुओ₄ के गरम करने से सैन्धक-उष्म-स्फुरेत, सै₄ स्फु₂ओ₇ प्राप्त होता है।

२ सै₂ उ स्फु ओ₄ = सै₄ स्फु₂ ओ₇ + उ₂ओ

उष्म स्फुरेत रजत नोषेतके साथ श्वेत अवक्षेप देते हैं पर अण्डसितके घोलके साथ अवक्षेप नहीं देते।

स्फुरसाम्ल उ₃स्फुओ₃

(Phosphorous Acid)

स्फुर त्रिहरिद स्फु ह₃, को जलके संसर्गसे स्फुरसाम्लमें परिणत किया जा सकता है—

स्फु ह₃ + ३उ₂ओ = उ₃ स्फुओ₃ + ३उह

स्फुर त्रिहरिदको थाष्ठिकाम्ल क₂ उ₂ ओ₄ के साथ तब तक गरम करके जब तक भाप निकलना बन्द न हो जाय, और फिर घोलको ठंडा करके रवेदार स्फुरसाम्ल प्राप्त हो सकता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार है:—

स्फुह₃ + ३क₂ उ₂ ओ₄ = उ₃स्फुओ₃ + ३कओ₂ + ३कओ + ३उह

इस अम्लके रवे श्वेत होते हैं जिनका द्रवांक ७१७--७३ है। यह पानीमें अच्छी तरह घुलनशील है। गरम करने पर यह विभाजित हो जाता है और पूर्व स्फुरिकाम्ल तथा स्फुरिन स्फु उ₃, प्राप्त होते हैं:—

४ उ₃ स्फु ओ₃ = ३ उ₃ स्फु ओ₄ + स्फु उ₃

इसमें अवकरण करने का अत्यन्त प्रबल गुण है। सुवर्णम् के लवणों को अवकृत करके सुवर्ण दे देता है

२स्वह₃ + ३ उ₂ ओ + ३ उ₃ स्फु ओ₃ = २ स्व + ६ उह + ३उ₃ स्फु ओ₄

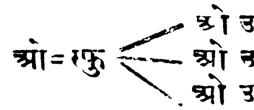
पारदिक हरिद, पा ह₂ के घोलमें स्फुरसाम्ल डालनेसे पारदस हरिद, पा₂ ह₂, का अवक्षेप प्राप्त होता है:—

२ पा ह₂ + उ₂ ओ + उ₃ स्फु ओ₃ = पा₂ ह₂ + २ उ ह + उ₃ स्फु ओ₄

रजत नोषेतके घोल के साथ यह पहले रजत-स्फुरित, र₃ स्फु ओ₃, का श्वेत अवक्षेप देता है, पर फिर रजत धातुके बननेके कारण काला पड़ जाता है। गन्धसाम्ल और स्फुरसाम्ल का घोल मिलानेसे गन्धक अवक्षेपित होजाता है:—

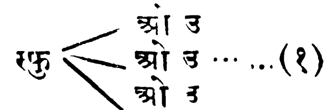
उ₂ ग ओ₃ + २ उ₃ स्फु ओ₃ = २ उ₃ स्फु ओ₄ + उ₂ओ + ग

हम कह चुके हैं कि स्फुरिकाम्ल त्रिभस्मिक है। उसके रूप को हम निम्न प्रकार चित्रित कर सकते है:—

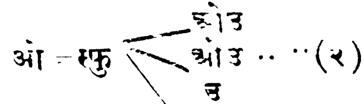


इसमें ओषजन पंचशक्तिक है। उदौषिल मूल, ओउ, के उदजन धातुओंसे स्थापित किये जा सकते हैं।

स्फुरसाम्लको निम्न रूपमें प्रदर्शित किया जा सकता है:—



इसमें स्फुर त्रि-शक्तिक है। पर इस रूपमें एक कठिनाई है। इस प्रकार प्रदर्शित करनेसे यह भ्रम होता है कि स्फुरसाम्ल भी त्रिभस्मिक है क्योंकि इसमें भी तीन उदौषिल मूल हैं। कुछने प्रयोगोंसे यह सिद्ध कर दिया है कि यह अम्ल द्विभस्मिक है अतः इसे निम्न रूपमें चित्रित करना अधिक उचित होगा।



हम यह कह सकते हैं कि स्फुरसाम्ल कभी पहला रूप (१) धारण कर लेता है और दूसरा (२)।

स्फुरिन, स्फु उ₃

(Phosphine)

जिस प्रकार नोषजन उदजन से संयुक्त होकर अमोनिया, नोउ₃, बनाता है उसी प्रकार स्फुर भी उदजनके तीन परमाणुओंसे संयुक्त होकर स्फुरिन, स्फुउ₃, नामक यौगिक बनाता है।

स्फुरको किसी क्षारके साथ उबालनेमें बड़ी ज़ोरों की प्रक्रिया आरम्भ होती है और एक ऐसी नीरङ्ग गैस जनित होती है जो वायु या ओषजनके संसर्गसे जल उठती है। यह गैस ही स्फुरिन है।

एक छोटी कुप्पीमें दो छेद वाला काग कसो। दोनों छेदोंमें मुड़ी हुई दो नलियाँ लगा दो। एक नलीको किप्स यन्त्रसे जिसमें उदजन जनित होता हो संयुक्त कर दो। दूसरी नली लम्बी हो जिसका दूसरा सिरा पानीसे भरी टबमें डूबता हो। कुप्पीमें पीला स्फुर और ३०% सैन्धक उदौषिद्का घोल डाल दो और कुप्पीमें उदजन प्रवाहित करो जिससे कि सम्पूर्ण हवा निकल जाय। अब कुप्पीको गरम करो। नीरङ्ग गैस जनित होगी जो जलमें होकर ज्योंही टबकी वायुके संसर्गमें आवेगी, मालाकार होकर जलने लगेगी।

प्रक्रिया निम्न प्रकार समझी जा सकती है:-

स्फु$_4$ + ३ सै ओ उ + ३ उ$_2$ ओ

= ३ सै उ$_2$ स्फु ओ$_2$ + स्फु उ$_3$

इस प्रक्रियामें सैन्धक-उप-स्फुरित जनित होता है जो उपस्फुरसाम्ल, उ$_3$ स्फु ओ$_2$, का लवण है।

स्फुरिन, में सड़ी मछलीकी सी दुर्गन्ध होती है। विद्युत् चिनगारियां प्रवाहित करनेसे वह गैस उदजन और ठोस स्फुर में विभाजित हो जाती है। २ आयतन स्फुरिनसे ३ आयतन उदजन प्राप्त होता है। शुद्ध स्फुरिनका वाष्प घनत्व १७ के लगभग है अतः इसका अणुभार ३४ हुआ। अर्थात् २२.४ लीटर स्फुरिन का भार ३४ ग्राम हुआ। २२.४ लीटर स्फुरिनसे पूर्व कथन के अनुसार ३३.६ लीटर उदजन प्राप्त होगा। ३३.६ लीटर उदजनका भार ३ ग्राम है। अतः ३४ ग्राम स्फुरिन में ३ ग्राम उदजन और ३१ ग्राम स्फुर है। स्फुरका परमाणु भार ३१ है अतः स्फुरिनके एक अणुमें ३ परमाणु उदजनके और एक परमाणु स्फुरका है। इस प्रकार इसका सूत्र, स्फु उ$_3$, स्थिर होता है।

स्फुर हरिद

जिस प्रकार स्फुरके दो ओषिद होते हैं वैसे ही इसके दो हरिद भी हैं।

(१) स्फुर पंचहरिद, स्फुह$_5$

(२) स्फुर त्रिहरिद, स्फुह$_3$

एक ओषहरिद भी होता है जिसे स्फुर-ओषहरिद, स्फु ओ ह$_3$, कहते हैं।

स्फुर त्रिहरिद - हरिन् गैससे भी बेरनमें स्फुर डालते ही जल उठता है और स्फुर त्रिहरिद, स्फुह$_3$ बन जाता है। इसके बनानेकी विधि इस प्रकार है:- एक भभकेमें लालस्फुर लो और उसमें शुष्क हरिन् प्रवाहित करके गरम करो। यह नीरंग द्रव है जिसका क्वथनांक ७६° है, अतः यह अच्छी तरह स्रवित किया जा सकता है। जलके संसर्गसे यह शीघ्रही विभाजित होजाता है और स्फुरसाम्ल प्राप्त होता है।

स्फुह$_3$ + ३ उ$_2$ ओ = उ$_3$ स्फु ओ$_3$ + ३ उह

स्फुर पंचहरिद—स्फुह$_5$-एक पात्रमें स्फुर त्रिहरिद को भली प्रकार ठंडा करो। त्रिहरिदके पृष्ठ तल पर शुष्क हरिन् प्रवाहित करो। धीरे धीरे सम्पूर्ण पदार्थ ठोस हो जायगा। प्रक्रियामें बहुत ताप जनित होता है। यह ठोस पदार्थ ही स्फुर पंचहरिद है। गरम करने पर इसके रवे बिना पिघले ही वाष्पीभूत होजाते हैं। इस समय कुछ पंचहरिद त्रिहरिद में विभाजित भी होजाता है। स्फुर पंचहरिद जलके संसर्गसे स्फुरिकाम्लमें परिणत होजाता है।

स्फुह$_5$ + ४ उ$_2$ ओ = उ$_3$ स्फुओ$_4$ + ५ उह

स्फुर ओषहरिद—स्फु ओह$_3$-यदि स्फुर पंचहरिद थोड़ेसे जलके संसर्गमें लाया जाय तो स्फुर ओषहरिद प्राप्त होगा

स्फुह$_5$ + उ$_2$ ओ = स्फुओह$_3$ + २ उह

स्फुर त्रिहरिद को पांशुज हरेत द्वारा ओषदीकृत करनेसे भी यह प्राप्त हो सकता है।

३ स्फुह$_3$ + पां ह ओ$_3$ = ३ स्फुओह$_3$ + पांह

यह नीरंग द्रव है जिसका क्वथनाङ्क १०७° है। जलके संसर्गसे यह स्फुरिकाम्ल देता है।

स्फुओह$_3$ + ३ उ$_2$ ओ = उ$_3$ स्फुओ$_4$ + ३ उह

स्फुर पंच फ्लुविद, स्फुफ्ल$_5$, स्फुर पंचहरिद और संक्षीणिक-त्रि-फ्लुविद की प्रक्रियासे प्राप्त हो सकता है। यह नीरंग गैस है।

सोलहवां अध्याय

संक्षीणम् और आञ्जनम्

(Arsenic and Antimony)



आवर्त संविभागके ५ वें समूहमें नोषजन और स्फुरके पश्चात् संक्षीणम्, आञ्जनम् और विशद तत्व हैं। आवर्त संविभागकी विशेषताके अनुसार स्फुर, संक्षीणम, और विशद गुणोंमें बहुत कुछ मिलते जुलते हैं, पर ज्योंही इस समूहमें हम ऊपरसे नीचेकी ओर आते हैं, हमको पता चलता है कि तत्वोंमें धातु गुण बढ़ते जाते हैं और अधातु-गुण धीरे-धीरे क्षीण होने लगते हैं। आञ्जनम् और विशदमें अधातुओंके गुण बहुत ही कम हैं। संक्षीणम् इन दोनोंकी अपेक्षा अधिक स्फुरके समान है, पर तो भी इसमें धातुके भी कुछ गुण विद्यमान हैं। अतः संक्षीणम् और आञ्जनम्को हम उपधातु या अर्ध-धातु कह सकते हैं इस प्रकार सैन्धकम्, पांशुजम्; लोहम् आदि धातु तत्व हैं, हरिन् ओषजन स्फुर, ये अधातु तत्व हैं और संक्षीणम्, आंजनम् उपधातु तत्व हैं। संक्षीणम् और आंजनम्के गुणोंका हम साथ-साथ वर्णन करेंगे क्योंकि ये दोनों परस्परमें बहुत ही समान हैं। विशद मुख्यत: धातु है, अत: धातु तत्वोंके साथही इसका विशेष वर्णन किया जायगा। संक्षीणम् और आंजनम्से जहां कहीं विशदकी उपयोगी समता प्रतीत होगी उसका कुछ निर्देश वहाँ अवश्य कर दिया जायगा।

उपलब्धि

संक्षीणम् प्रकृतिमें गन्धक, लोहा, नक्लम् आदि तत्वोंसे संयुक्त पाया जाता है। इसके मुख्य खनिज ये हैं :—(१) रिअलगर, $\text{क्ष}_2\text{ग}_2$, यह संक्षीणम्का गन्धिद है, (२) मिसपिकल, लोक्षग, या $\text{लो}_2\text{क्षग}_2$; यह लोहसंक्षीण गन्धिद है (३) संक्षीणित नक्लम्, नक्ष।

आंजनम् भी गन्धिदके रूपमें पाया जाता है। मुख्य खनिज $\text{आ}_2\text{ग}_3$ है, जो जापान, हंगेरी, बोर्नियो आदि स्थानों में अधिक पाया जाता है।

प्राप्ति

संक्षीणमके खनिजोंमेंसे संक्षीणम तत्व पृथक करनेकी विधि इस प्रकार है :— एक मिट्टीके बर्तनमें मिसपिकल खनिज रखते हैं और इसमें लोहेका भभका लगा देते हैं। खनिजका गरम करने पर संक्षीणम्की वाष्प ऊपर उठने लगती हैं जिन्हें भभके द्वारा ठंडा करके संचित किया जा सकता है। बर्तनमें लोह गन्धिद शेष रह जाता है।

$$\text{लो}_2\text{क्षग}_2 = २\,\text{लोग} + \text{क्ष}$$

(२) यदि अन्य खनिज पदार्थों से संक्षीणम् प्राप्त करना हो तो पहले खनिजको वायु प्रवाहमें भूँजते (roast) हैं। इस प्रकार संक्षीणम् उड़नशील संक्षीण ओषिदमें परिणत हो जाता है: —

$$४\,\text{नक्षग} + ९\,\text{ओ}_2 = ४\,\text{नओ} + २\,\text{क्ष}_2\text{ओ}_3 + ९\,\text{ओ}_2$$

इस प्रकार खनिजके सब तत्व ओषिद बन जाते हैं। संक्षीणम् ओषिदकी वाष्पोंको ठंडा करके संचित कर लिया जाता है। इसमें फिर कोयला मिलाकर गरम करते हैं। कोयलासे ओषिदका अवकरण हो जाता है:—

$$\text{क्ष}_2\text{ओ}_3 + ३\,\text{क} = २\,\text{क्ष} + ३\,\text{कओ}$$

आंजनम् भी खनिजोंमेंसे इसी प्रकार निकाला जाता है। आंजन गन्धिद, $\text{आ}_2\text{ग}_3$, को वायु प्रवाह-

में भूंजनेसे यह आंजन ओषिदमें परिणत हो जाता है जिसे फिर कोयले द्वारा अवकृत करके आंजनम् तत्त्व प्राप्त कर लेते हैं:—

$$2आ_2ग_3 + 9ओ_2 = 2आ_2ओ_3 + 6गओ_2$$

$$आ_2ओ_3 + 3क = 2आ + 3कओ$$

आंजम् गन्धिदको लोहे और कुछ लवणोंके साथ गरम करनेसे भी एक दम आंजन धातु प्राप्त हो सकती है। लोहा लोह-गन्धिदमें परिणत हो जाता है।

$$आ_2ग_3 + 3लो = 2आ + 3लोग$$

उपयोगी गुण

संक्षीणम्—शुद्धावस्थामें संक्षीणम् धातुके समान चमकदार पदार्थ होता है। यह इतना भञ्जनशील है कि खरलमें पीसा जा सकता है। इसे वायु शून्य पात्रमें गरम करके पिघला जा सकता है। काले चमकीले दर्पणके समान यह द्रव पदार्थ बन जाता है। पर यदि वायुकी विद्यमानतामें इसे गरम किया जाय तो नीले रंग ज्वालासे जलने लगता है, और संक्षीणम् ओषिद, $क्ष_2ओ_3$, में परिणत हो जाता है जिसमें लहसुनकी सी गन्ध होती है। यह हरिन् वाष्प में भी जल सकता है। हरिनके संयोगसे संक्षीण-त्रिहरिद, $क्षह_3$, प्राप्त होता है। यह हलके उदहरिकाम्ल या गन्धकाम्ल-मेंतो घुलनशील है नहीं पर तीव्र संपृक्त गन्धकाम्ल द्वारा इसका ओषदीकरण हो जाता है, गन्धक द्विओषिद प्रक्रियामें बनता है:—

$$2क्ष + 3उ_2गओ_4 = 2उ_3क्षओ_3 + 3गओ_2$$

नोषिकाम्लके प्रभावसे यह संक्षीणिकाम्लमें परिवर्तित हो जाता है और नोषस ओषिदकी भूरी वाष्पें निकलने लगती हैं। दस्तम्के साथ गरम करने से यह दस्त संक्षीणिद, $द_3क्ष_2$, पदार्थ देता है।

जिस प्रकार स्फुर बहुरूपी पदार्थ था इसी प्रकार संक्षीणम् भी कई रूपका पाया जाता है। संक्षीणम्की वाष्पोंको अत्यन्त शीघ्रतासे ठण्डा करनेसे पीला संक्षीणम् प्राप्त होता है जो पीले स्फुरके समान माना जा सकता है। इसका आपेक्षिक घनत्व ३.७ है। कर्बन द्विओषिदके प्रवाहमें साधारण संक्षीणमको ऊर्ध्वपतित करके भी इसे बना सकते हैं। यह कर्बन द्विगन्धिदमें घुलनशील है।

काला संक्षीणम्- यह कर्बनद्विगन्धिद, $कग_2$ में घुलनशील नहीं है। इसका घनत्व ४.७ है। कांचकी नलिकामें उदजनके प्रवाहके साथ साधारण संक्षीणम् को उड़ाकर यह बनाया जाता है।

भूरा संक्षीणम्—साधारण संक्षीणम् भूरा होता है। इसका घनत्व ५.७३ है। यह कर्बनद्विगन्धिदमें घुलनशील नहीं है।

संक्षीणम्का वाष्प घनत्व ८६०° पर १५० है अतः इस तापक्रम पर इसका अणुभार ३०० हुआ। इसका परमाणुभार ७४.९६ है अतः इसके अणुमें ४ परमाणु हैं अर्थात् इसके अणुका सूत्र $क्ष_4$ माना जा सकता है। पर १७०० के लगभग इसका वाष्प घनत्व आधा रह जाता है और उस समय इसके अणुका सूत्र $क्ष_2$ ही हो जाता है।

आञ्जनम्—यह चांदीके समान चमकदार पदार्थ है जिसका घनत्व ६.८ है यह भी पीसकर चूर्ण कर दिया जासकता है इसका द्रवांक ६३०° है और क्वथनांक १४४०° है। वायुमें गरम करनेसे यह आंजन ओषिद $आ_2ओ_3$ या $आ_2ओ_4$ में परिणत हो जाता है। यह हलके गन्धकाम्ल या उदहरिकाम्लमें अघुल है पर उबलते हुए तीव्र उदहरिकाम्लमें घुल जाता है। नोषिकाम्ल द्वारा ओषदीकृत होकर यह आंजन ओषिद, $आ_2ओ_5$ में परिणत हो जाता है। यह हरिन्में भी जल सकता है और आंजनहरिद $आह_3$ बन जाता है। इस प्रकार संक्षीणम् और आंजनम् में बहुत समानता है।

आंजन हरिदके घोलमें दस्तम् धातुके टुकड़े डालनेसे धातु आंजनम् अवक्षेपित हो जाता है:—

$$2आह_3 + 3द = 3दह_2 + 2आ$$

आंजनम्भी बहुरूपी पदार्थ है। पीला आंजनम्—ओषोन और द्रव आंजनिन, $आउ_3$, के संसर्ग से

९०°श तापक्रम पर बनाया जाता है। यह अस्थिर चूर्ण है जो कर्बनद्विगन्धिदमें बहुत कम घुलनशील है।—९०°श तापक्रम के ऊपर यह काले आंजनम् में परिणत हो जाता है। काले आंजनम्का घनत्व ५.३ है।

संक्षीणिन और आञ्जनिन, क्ष उ$_3$; आ उ$_3$

(Arsine, Stibine)

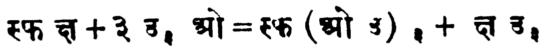
जिस प्रकार नोषजन और स्फुर उदजनसे संयुक्त होकर अमोनिया और स्फुरिन यौगिक बनाते हैं, उसी प्रकार संक्षीणम् और आंजनम् उदजनके संयोगसे संक्षीणिन, क्ष उ$_3$ और आंजनिन, आ उ$_3$, देते हैं।

संक्षीणिन—संक्षीणिन् संक्षीणम् तत्व और उदजनके संयोग से सीधा नहीं बनाया जा सकता है। पर नवजात (nascent) उदजन द्वारा संक्षीणमके घुलनशील यौगिकोंको प्रभावित करनेसे यह अवश्य बन सकता है। यदि संक्षीणस ओषिदके घोलको दस्तम् और गन्धकाम्लके मिश्रणमें जिसमें उदजन बन रहा है, छोड़ा जाय तो लहसुनकीसी बुरी दुर्गन्धवाली एक गैस निकलेगी। यह संक्षीणिन् है। यह अत्यन्त विषैली है और लाल ज्वालामें जलती है। इस नीरंग गैसका क्वथनांक—५८° श और द्रवांक—१३५° है।

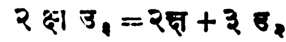
दस्तम् और संक्षीणम्को घरियामें गरम करनेसे दस्तसंक्षीणिद, द$_3$ क्ष$_2$, यौगिक बनता है। इस यौगिक पर हलके उदहरिकाम्लका प्रभाव डालनेसे शुद्ध संक्षीणिन प्राप्त हो सकता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार है :—


द$_3$ क्ष$_2$ + ६ उ ह = २ क्ष उ$_3$ + ३ द ह$_2$

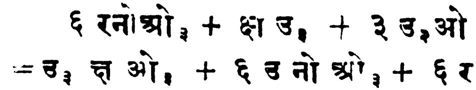
स्फटम् और संक्षीणम्के चूर्णोंको एक साथ गरम करनेसे स्फट संक्षीणिद, स्फ क्ष, प्राप्त होता है। यह गरम जलके संसर्गसे बहुत आसानी से संक्षीणिन दे देता है :—


स्फ क्ष + ३ उ$_2$ ओ = स्फ (ओ उ)$_3$ + क्ष उ$_3$

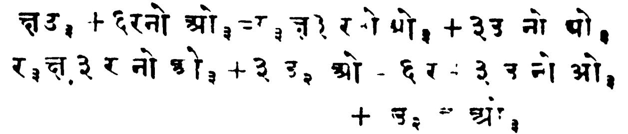
स्फुरिनके समान संक्षीणिन भी जलमें अघुल है। इस गुणमें ये दोनों अमोनियासे विरुद्ध हैं। स्फुरिन मद्यमें घुलजाता है पर संक्षीणिन मद्यमें घुलनशील नहीं है। यह तारपीन में घुलसकता है। संक्षीणिनको २६२° श तक गरम करनेसे यह विभाजित हो जाता है—


२ क्ष उ$_3$ = २क्ष + ३ उ$_2$

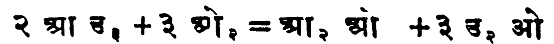
यदि रजत नोषेतके हलके घोलमें इसे प्रवाहित करें तो धातु रजतम्का काला अवक्षेप प्राप्त होगा, और अन्य पदार्थमें संक्षीणसाम्ल भी होगा—


६ रनोओ$_3$ + क्ष उ$_3$ + ३ उ$_2$ओ
= उ$_3$ क्ष ओ$_3$ + ६ उ नो ओ$_3$ + ६ र

पर यदि रजत नोषेतका घोल हलका न हो तो कोई अवक्षेप नहीं मिलेगा, केवल पीला घोल मिलेगा। पर इस घोलमें और अधिक पानी डालनेसे काला अवक्षेप प्राप्त हो जायगा। पीले घोलमें रजत संक्षीणिद और रजत नोषेतका एक द्विगुण-लवण र$_3$ क्ष.३ रनोओ$_3$, था जो अधिक पानी डालनेसे रजतधातुमें परिणत हो गया है :—


क्ष उ$_3$ + ६रनो ओ$_3$ = र$_3$क्ष.३ र नो ओ$_3$ + ३उ नो ओ$_3$
र$_3$क्ष.३ र नो ओ$_3$ + ३ उ$_2$ ओ = ६ र + ३ उ नो ओ$_3$
+ उ$_3$ क्ष ओ$_3$

आञ्जनिन—आंजनमके लवणके घोलको दस्तम् और गन्धकाम्लके घोलमें जिसमें नवजात उदजन निकल रहा हो, छोड़नेसे आंजनिन गैस निकलेगी। इस प्रकार इसको प्राप्त करनेकी विधि संक्षीणिनकी विधिके समान है। यह गैस श्वेत प्रकाशयुक्त ज्वालासे जलती है। जलनेमें आञ्जन-त्रिओषिद बनता है


२ आ उ$_3$ + ३ ओ$_2$ = आ$_2$ ओ$_3$ + ३ उ$_2$ ओ

इसकी ज्वाला पर चीनी मिट्टीकी ठंडी प्याली रखनेसे प्यालीमें काला दाग पड़ जायगा। इसीप्रकारका दाग संक्षीणिन जलानेसे भी पड़ता है। यह दाग प्याली पर संक्षीणन या आञ्जनम धातुके संग्रहीत हो जानेके कारण पड़ा है :—

२ आ ह₃ = २ आ + ३ ह₂

संक्षीणम् और आंजनम् दोनोंके दाग निम्न परीक्षाओंसे पहचाने जा सकते हैं:—

(१) दागको रङ्ग विनाशकचूर्णके घोलसे भिगोओ। यदि दाग घुल जाय तो समझना चाहिये कि यह संक्षीणम् का दाग है। यदि न घुले तो आंजनमका दाग समझना चाहिये। संक्षीणम् रङ्ग विनाशक चूर्ण, ख (ओह)₂ के घोलके साथ संक्षीणिकाम्ल देता है पर आंजनम् इस प्रकारका कोई अम्ल नहीं नहीं देता है।

५ ख (ओह)₂ + ६ उ₂ ओ + ४ क्ष
= ५ ख ह₂ + ४ उ₃ क्ष ओ₄

(२) यदि दागको इमलिकाम्लके गाढ़े घोलसे भिगोआ जाय तो संक्षीणमका दाग न घुलेगा पर आंजनमका दाग घुल जायगा।

(३) दागको तीव्र अमोनियम गन्धिदके घोलमें भिगोकर वाष्पीभूत करो यदि संक्षीणमका दाग होगा तो संक्षीण गन्धिदका पीला पदार्थ जम जायगा, पर आंजनमका दाग होगा तो नारंगी रंगका आंजन गन्धिद आ₂ ग₃, रह जायगा।

रजत नोषेतके घोलके साथ आंजिनभी काला अवक्षेप देता है। रजत अवक्षेपित हो जाता है।

संक्षीणम् और आंजनम्के हरिद

संक्षीण त्रिहरिद, क्ष ह₃—संक्षीणमको हरिन् गैस में जलानेसे संक्षीण त्रिहरिद, बनता है। संक्षीणम् ओषिदको तीव्र गन्धकाम्ल और नमकके साथ गरम करनेसे भी यह प्राप्त हो सकता है। गन्धकाम्ल नमक के साथ उदहरिकाम्ल देता है। यह उदहरिकाम्ल ओषिद पर निम्न प्रकार प्रभाव डालता है:—

क्ष₂ ओ₃ + ६ उ ह = २क्ष ह₃ + ३ उ₂ ओ

यह तैलके समान स्निग्ध विषैला द्रव है, हवामें रखनेसे इसमें धुँआ निकलने लगता है। इसका क्वथनांक १३०·२°, द्रवांक —१३° और घनत्व २·२ है।

इसका पंचहरिद, क्षह₅, अत्यन्त अस्थायी पदार्थ है जो २५° पर ही विभाजित हो जाता है। इसका अस्तित्व भी संदिग्ध ही है। संक्षीणप्लविद, क्ष प्ल₃, और क्ष प्ल₅ भी पाये गये हैं। संक्षीणम्को कर्बन-द्विगन्धिदमें घुले हुए नैलिन्के साथ गरम करने से संक्षीणनैलिद, क्ष नै₃, भी बनाया जा सकता है। संक्षीण अरुणिद, क्षरु₃ भी इसी प्रकार की विधिसे बनाया जाता है।

आंजनत्रिहरिद—आह₃—आंजनगन्धिद आ₂ ग₃ को तीव्र उदहरिकाम्लमें घोलकर गरम करनेसे प्राप्त हो सकता है:—

आ₂ ग₃ + ६ उ ह = २ आ ह₃ + ३ उ₂ ग

यह श्वेतरवेदार पदार्थ है। जलके संसर्गसे यह विभाजित हो जाता है। इसे उदहरिकाम्लमें घोलकर पानीमें उँडेलनेसे आंजनम ओषहरिद, आ ओ ह, का अवक्षेप प्राप्त होता है—

आ ह₃ + उ₂ ओ — आ ओ ह + २ उ ह

आंजन पंचहरिद—आ ह₅—आंजन त्रिहरिदको हरिन् साथ गरम करनेसे आंजन पंचहरिद प्राप्त हो सकता है। यह गाढ़ा पीला धुआँदार द्रव है जो २·८° तक ठंडा करके ठोस किया जा सकता है।

संक्षीणम्के समान आंजनम्के भी प्लविद, अरुणिद और नैलिद होते हैं।

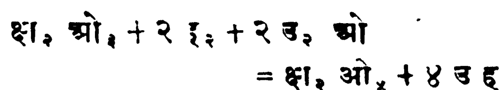
संक्षीणम और आञ्जनम के ओषिद

संक्षीणसओषिद, क्ष₂ ओ₃ या क्ष₄ ओ₆—संखिया नामसे जो पदार्थ प्रचलित है वह संक्षीणस ओषिद ही है। विषके रूपमें इसका व्यवहार किया जाता है। यह तीन प्रकारका होता है—(१) बेरवा—जिसका घनत्व ३·७३ और द्रवांक २००° है। साधारण संखियाकी वाष्पोंको क्वथनांकके निकटके तापक्रम पर जमानेसे यह बनता है। यह कांचके समान पारदर्शक है। (२) अष्टतलीय—जिसका घनत्व ३·६९ है, यह बिना पिघले ही उड़ने लगता है। यह सब से अधिक स्थायी है। (३) समचतुर्भुजिक जिसका

घनत्व ३·८५ है। यह बेरवा ओषिदको सैन्धकउदौषिद के घोल के साथ उबालकर स्फटिकीकरण करके प्राप्त हो सकता है।

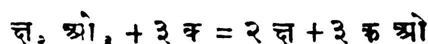
संक्षीणम् के किसी भी खनिजको वायुमें भूँजनेसे संक्षीणस ओषिद प्राप्त हो सकता है जैसा कि आरम्भ में कहा गया है।

संक्षीणिक ओषिद, क्षा$_2$ ओ$_5$— यह पंचौषिद है। संक्षीणस ओषिदको ओषोन, उदजन पर्औषिद, हरिन्, या नोषिकाम्लसे ओषदीकृत करके इसे प्राप्त कर सकते हैं :—



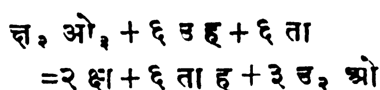
क्षा$_2$ ओ$_3$ + २ ह$_2$ + २ उ$_2$ ओ = क्षा$_2$ ओ$_5$ + ४ उ ह

यह कहा ही जा चुका है कि संक्षीणस ओषिदको कोयलेके साथ गरम करनेसे संक्षीणम् धातु प्राप्त होता है। इस प्रकार इस ओषिदका अवकरण किया जा सकता है—



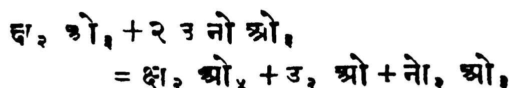
क्षा$_2$ ओ$_3$ + ३ क = २ क्षा + ३ क ओ

यदि संक्षीणस ओषिदको ताम्रपत्र और उदहरिकाम्लके साथ उबाला जाय तो ताम्रपत्र पर संक्षीणम् जमा हो जायगा।



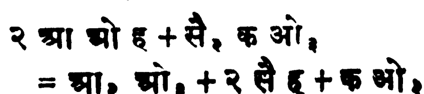
क्षा$_2$ ओ$_3$ + ६ उ ह + ६ ता = २ क्षा + ६ ता ह + ३ उ$_2$ ओ

श्वेत संक्षीणमको तीव्र नोषिकाम्लके साथ गरम करनेसे संक्षीणओषिद क्षा$_2$ ओ$_4$, प्राप्त हो सकता है -



क्षा$_2$ ओ$_3$ + २ उ नो ओ$_3$ = क्षा$_2$ ओ$_4$ + उ$_2$ ओ + नो$_2$ ओ$_3$

आंजन त्रिओषिद—आ$_2$ ओ$_3$ — यह खनिजके रूपमें पाया जाता है, आञ्जन-ओषहरिद, आ ओ ह, को सैन्धक कर्बनेतके घोलसे प्रभावित करनेसे भी यह मिल सकता है—



२ आ ओ ह + सै$_2$ क ओ$_3$ = आ$_2$ ओ$_3$ + २ सै ह + क ओ$_2$

रक्त तप्त आञ्जनम्पर भाप प्रवाहित करके भी यह बनाया जा सकता है। यह श्वेत पदार्थ है पर गरम करनेसे पीला पड़ जाता है। ६५६° श पर यह पिघलने लगता है और १५६०° पर वाष्पीभूत हो जाता है। इसके वाष्पघनत्वके अनुसार इसका सूत्र आ$_4$ ओ$_6$ है। यह क्षारोंमें घुल जाता है। सैन्धकउदौषिद में घुलकर सैन्धक-मध्य-आञ्जनित, सै आ ओ$_2$, ३ उ$_2$ ओ में परिणत हो जाता है। उदहरिकाम्लके प्रभावसे यह आञ्जनहरिदमें परिणत हो जाता है—

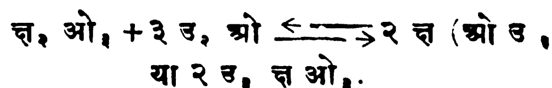


आ$_2$ ओ$_3$ + ६ उ ह = २ आ ह$_3$ + ३ उ$_2$ ओ

आञ्जन पंचौषिद, आ$_2$ ओ$_5$—आंजन को तीव्र नोषिकाम्लके साथ वाष्पीभूत करनेसे पीला चूर्ण बच रहता है। यह चूर्ण आञ्जन पंचौषिद है ४००° के ऊपर गरम करनेसे यह त्रिओषिद, आ$_2$ ओ$_3$ में विभाजित हो जाता है। त्रिओषिदको जलकी विद्यमानतामें नैलिन, हरिन् या पांशुजद्विरागेत द्वारा ओषिदकृत करनेसे उद युक्त (hydrated) पंचओषिद प्राप्त होता है।

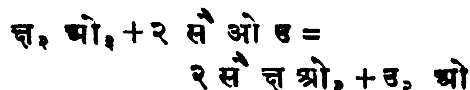
संक्षीणसाम्ल और आञ्जनसाम्ल

संक्षीणसाम्ल—यह अम्ल उदजनगन्धिद, उ$_2$ ग, से भी निर्बल है। संक्षीणसओषिद, क्षा$_2$ ओ$_3$, को जलमें घोलनेसे घोल कुछ अम्लीय होता है थोड़ी देर पश्चात् घोलमेंसे त्रिओषिदके रवे पृथक् होने लगते हैं—



क्षा$_2$ ओ$_3$ + ३ उ$_2$ ओ $\rightleftharpoons$ २ क्षा (ओ उ)$_3$ या २ उ$_3$ क्षा ओ$_3$.

त्रिओषिदको सैन्धक उदौषिद या सैन्धककर्बनेत के साथ उबालनेसे सैन्धक मध्य संक्षीणित, सै क्षा ओ$_2$, प्राप्त होता है।



क्षा$_2$ ओ$_3$ + २ सै ओ उ = २ सै क्षा ओ$_2$ + उ$_2$ ओ

जिस प्रकार स्फुरेत तीन प्रकारके, अर्थात् पूर्व- मध्य- और उष्म होते हैं, उसी प्रकार संक्षीणसाम्ल के तीन प्रकारके लवण मिलते हैं—

पूर्व सैन्धक संक्षीणित सै$_2$ क्ष ओ$_3$
मध्य सैन्धक संक्षीणित, सै क्ष ओ$_2$
उष्म सैन्धक संक्षीणित, सै$_4$ क्ष$_2$ ओ$_5$

संक्षीणस ओषिदके घोलको अमोनियासे शिथिल करके रजतनोषेतका घोल डालनेसे रजतसंक्षीणित, र$_3$ क्ष ओ$_3$, का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है।

संक्षीणेत—संक्षीणपञ्चौषिदको जलमें गरम करके घोलनेसे ठण्डा होने पर संक्षीणिकाम्ल उ$_3$ क्ष ओ$_4$ के रवे जमने लगते हैं जिनका द्रवांक १०० है। १६०° तक गरम करनेसे जलके अणु पृथक हो जाते हैं और पञ्चौषिद शेष रह जाता है।

इस अम्लके लवण संक्षीणेत कहलाते हैं। ये भी मध्य, पूर्व और उष्मरूपमें पाये गये हैं:—

पूर्व सैन्धक संक्षीणेत, सै$_3$ क्ष ओ$_4$
मध्य सैन्धक संक्षीणेत, सै क्ष ओ$_3$
उष्म मगनीस संक्षीणेत, म$_2$ क्ष$_2$ ओ$_7$

जिस प्रकार स्फुरेत तीव्र नोषिकाम्ल और अमोनियम मुनागेत के साथ पीला अवक्षेप देते हैं, उसी प्रकार संक्षीणेत के घोल भी तीव्र नोषिकाम्ल और अमोनियम मुनागेतके साथ गरम करने पर पीला अवक्षेप देते हैं। ठंडे घोल में अवक्षेप नहीं आता है। स्फुरेतों का अवक्षेप ठण्डे घोलमें आ सकता है।

आञ्जनित और आञ्जनेत—संक्षीणत्रिओषिद और पञ्चओषिदके समान आञ्जनमके ओषिद भी क्षारोंके संसर्गसे आंजनित और आंजनेत देते हैं। ये भी पूर्व, मध्य और उष्म-तीनों रूपोंके पाये गये हैं। त्रिओषिद सैन्धक ओषिदमें घुलकर सैन्धक मध्य आंजनित, सै आ ओ$_2$ देता है। आञ्जनमको यदि पांशुजनोषेतके साथ पिघलाकर ठण्डे जलसे प्रभावित किया जाय पांशुजमध्य आंजनेत, पां आ ओ$_3$, प्राप्त होता है। यह ठण्डे जलमें अघुल है पर गरम जलमें घुल सकता है।

संक्षीणम् और आञ्जनमके गन्धिद

संक्षीण त्रिगन्धिद, क्ष$_2$ ग$_3$—यह खनिज पदार्थ रिअलगरके रूपमे पाया जाता है। संक्षीण त्रिओषिदको गन्धकके साथ गरम करनेसे संक्षीण द्विगन्धिद तैयार किया जा सकता है—

२ क्ष$_2$ ओ$_3$ + ७ ग = २क्ष$_2$ ग$_2$ + ३ग ओ$_2$

संक्षीणत्रिओषिदको उदहरिकाम्लमें घोलकर उदजनगन्धिद प्रवाहित करके त्रिगन्धिदका अवक्षेप आसानीसे बनाया जा सकता है—

२ क्ष ह$_3$ + ३ उ$_2$ग = क्ष$_2$ ग$_3$ + ६ उ ह

यदि स्रवित जलमें संक्षीणस ओषिदको गरम करके उदजन गन्धिद प्रवाहित करें तो कलार्द्र संक्षीण त्रिगन्धिद का पीला घोल प्राप्त होगा। यह घोल छन्ना कागजसे छाना नहीं जा सकता है। इसमें यदि थोड़ा सा हलका उदहरिकाम्ल डाल दिया जाय तो संक्षीण त्रिगन्धिदके कण अवक्षेपित हो जायगे।

संक्षीणिकाम्लके गरम घोलमें जिसमें १०% उदहरिकाम्ल पड़ा हो उदजनगन्धिद तेजीसे प्रवाहित किया जाए तो संक्षीण पंचोषिद, क्ष$_2$ ओ$_5$, प्राप्त होगा।

आञ्जनत्रिगन्धिद, आ$_2$ ग$_3$—यह भी खनिज रूप में मिलता है। आंजन हरिदके जलीय घोलमें उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे नारङ्गी रङ्गका अवक्षेप मिलता है जो त्रिगन्धिदका है। इसका पंचोषिद, आ$_2$ ग$_5$, भी पाया गया है।

आंजनम् और संक्षीणमके बहुतसे यौगिक ओषधियोंके रूपमें काममें लाये जाते हैं।

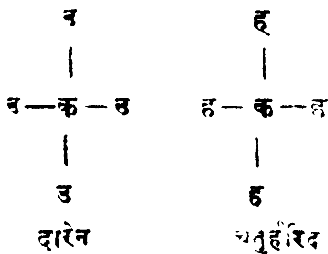
सत्रहवां अध्याय

कर्बन और शैलम्

(Carbon and Silicon)

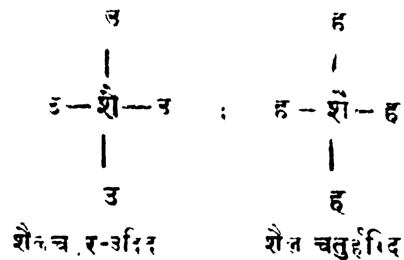


वर्त्तसविभागके चौथे समूहमें दो अधातु तत्त्व हैं जिनका नाम कर्बन और शैलम है। रुविभागका चौथा समूह एक बातसे विशेष उल्लेखनीय है। सातों समूहोंमें बीचका होनेके कारण इसमें एक ओर तो धनात्मक तत्त्वोंके गुण पाये जाते हैं और दूसरी ओर ऋणात्मक तत्त्वोंके। या यह भी कहा जा सकता है कि इसके तत्त्वोंमें धनात्मक और ऋणात्मक कोई भी गुण नहीं हैं। कर्बन एक ओर तो उदजनके चार परमाणुओंसे संयुक्त होकर दारेन यौगिक बनाता है तो दूसरी ओर हरिन् ऐसे ऋणात्मक तत्त्वके भी चार परमाणुओंसे संयुक्त होकर कर्बनचतुर्हरिद बना सकता है—



इस प्रकारके विचित्र गुणोंके कारण संसारमें कर्बनके जितने यौगिक विद्यमान हैं उतने किसी अन्य तत्त्वके नहीं हैं। लकड़ी, कोयला, रंग, कागज़, भोज्य पदार्थ तथा जितने अन्य आवश्यक पदार्थ हैं, उन सबोंमें कर्बन किसी न किसी रूपमें विद्यमान है। इस कारण रसायनज्ञोंने रसायन शास्त्रका एक नया पृथक् विभाग ही कर दिया है जिसे 'कार्बनिक रसायन' कहते हैं। इस स्थान पर हम कर्बनके साधारण भौतिक गुणोंका, और उसके तीन यौगिकोंका, अर्थात् कर्बन एकौषिद, कर्बनद्विओषिद, तथा कर्बनेतोंका ही वर्णन करेंगे। शेष यौगिकोंका वर्णन 'कार्बनिक रसायन' नामक पुस्तकमें देखना चाहिये।

शैलम भी कर्बनके समान ही ऋणात्मक और धनात्मक दोनों ही है। जैसा कि इसके नामसे प्रगट होता है यह पत्थरोंमें शैलेतके रूपमें पाया जाता है। यह भी चतुर्शक्तिक है और उदजन या हरिन्के चार परमाणुओंसे संयुक्त हो सकता है:—



काँचका मुख्यतः अंश शैलम् ही होता है यह कहनेकी कोई आवश्यकता नहीं है कि आजकल काँचका उपयोग संसारमें कितना होता है। इस प्रकार शैलम तत्त्व भी महत्वपूर्ण है। इसका ओषिद, शैओ$_2$, विशेष उल्लेखनीय है।

कर्बनके बहुरूप

जिस प्रकार गंधक, स्फुट, संक्षीणम् आदि तत्त्व कई रूपके पाये गये हैं उसी प्रकार कर्बन भी तीन मुख्य रूपोंमें प्राप्त होता है:—

(१) हीरा

(२) लेखनिक (graphite)

(३) कोयला

साधारणतः देखनेसे यह संदेह हो सकता है कि हीरेके समान चमकनेवाली बहुमूल्य पारदर्शक वस्तु और कोयलेके समान साधारण काला पदार्थ दोनों एकही कैसे हो सकते हैं। पर रासायनिक विधियोंसे जांच करनेसे पता चलेगा कि तीनोंही कर्बनके शुद्ध-रूप हैं। कोयलेके समानहीराको भी जलाकर कर्बन द्विओषिद में पूर्णतः परिणत किया जासकता है। यदि लेखनिक, हीरा और कोयला तीनोंके बराबर भारको लेकर वायुमें जलावें और जलनेसे उत्पन्न कर्बन-द्विओषिदको तौलें तो तीनों अवस्थामें कर्बनद्विओषिदका भार एक ही मिलेगा। कर्बन-द्विओषिदके अतिरिक्त तीनोंसे और कोई पदार्थ नहीं मिलेगा। इससे सिद्ध है कि तीनों एकही प्रकारके कर्बन हैं।

हीरा—संसारमें अति प्राचीन समयसे हीरेकी बहुमूल्यता चली आरही है। सं० १८३७ वि० के लगभग लवाशिये नामक वैज्ञानिकने सबसे प्रथम यह सिद्ध किया था कि यह कर्बनकाही रूपान्तर है। उसने पारदके ऊपर एक बर्तनमें जिसमें शुद्ध हवा था हीरेको लेकर आतशी शीशेसे जलाया। जलनेके पश्चात् निकली हुई गैस चूनेके पानी को दुधिया करनेका गुण रखती थी। अतः उसने दिखा दिया कि यह गैस कर्बनद्विओषिद है। डेवीने अपने प्रयोगोंसे दिखाया कि जब हीरा वायुमें जलाया जाता है तो पानी नहीं बनता है। इससे स्पष्ट है कि हीरेमें उद्जनके परमाणु नहीं हैं—केवल कर्बन हीके परमाणु हैं।

जब यह मालूम होगया कि हीरा कर्बन काही दूसरा रूप है तो लोगोंने यह प्रयत्न करना आरम्भ किया कि किस प्रकार हम कोयलेसे हीरा बना सकते हैं। इस समस्या का समाधान सबसे पहले मोयसाँ नामक वैज्ञानिकने किया। द्रव लोहेमें कर्बन घुलनशील है। मोयसाँ ने कर्बन की घरियामें लोहेके एक टुकड़ेको हड्डीके कोयलेके साथ रक्खा। घरिया को विद्युत्-भट्टीमें गरम किया गया, लगभग ४०००° श तापक्रम पर द्रवलोहेमें कोयला घुल गया। इस अवसर पर मोयसाँ ने घरिया को एक दम ठंडे पानीमें छोड़ दिया। इस प्रकार एकदम ठंडे होनेके कारण द्रव पदार्थके ऊपर एक मोटी ठोस तहतो जम गई पर अन्दर इतना दबाव बढ़ा कि लोहेमें घुला हुआ कुछ कोयला हीरा बन गया और कुछ लेखनिक। इस प्रकार मोयसांने अपने प्रयोगसे सिद्ध कर दिया कि कोयलेसे भी हीरा बन सकता है। इस विधिमें हीरा इतनी कम मात्रामें बनता है कि व्यापारिक सफलता इस प्रकार प्राप्त नहीं हो सकती है। हीरा सबसे अधिक कठोर है, यह पारदर्शक चूर्ण है रोञ्जन रश्मियंभी इसमें होकर पार जासकती हैं। यह किसी द्रवमें घुलनशील नहीं है।

पांशुजद्विरागेत और तीव्र गन्धकाम्लके मिश्रणमें यह २०० श तापक्रम पर कर्बनद्विओषिदमें परिणत हो जाता है।

लेखनिक—इस कोयलेको रगड़नेसे कागज पर काले चिह्न पड़ जाते हैं अतः पैन्सिल बनानेमें इसका उपयोग किया जाता है। यह विद्युत्का अच्छा चालक है अतः विद्युत्-ध्रुव इसके बनाये जा सकते हैं। यदि हवा या ओषजनमें इसे जलाया जाय तो यह कर्बन द्विओषिदमें परिणत होजाता है। पांशुजद्विरागेत और गन्धकाम्लके मिश्रणसे यह ओषदीकृत होकर कर्बनद्विओषिद देता है।

बेरवा कोयला—मोमबत्ती, चिराग़ आदिके जलनेसे जो धुँआ उठता है उसे किसी बर्तन पर जमानेसे काजलके समान बेरवा पदार्थ मिलता है। यह कर्बनका अशुद्धरूप है। इससे जूतोंकी पालिश और छापाखाने की रोशनाई बनाई जाती है।

लकड़ीका कोयला—लकड़ीको कम हवामेंकी भट्टीमें जलानेसे जो कोयला बच रहता है वह लकड़ीका कोयला कहलाता है। इसको इंधनके रूपमें जलानेके काममें लाते हैं।

हड्डी का कोयला—बन्द भभकोंमें हड्डी या रुधिरको गरम करनेसे हड्डीका कोयला मिलता है। इसमें १० प्रति. शत. कर्बन होता है और शेष अन्य कार्बनिक

यौगिक होते हैं। हड्डीका कोयला पदार्थों के शुद्ध करने के काममें आता है। यदि शक्करको इसके साथ उबाल कर छाना जाय और इनका फिर स्फटिकीकरण कर लिया जाय तो स्वच्छ श्वेत शक्कर प्राप्त होगी।

पत्थर का कोयल—वनस्पति, पेड़, पौधे आदि कालान्तरमें जमीनमें दब जाते हैं। कुछ समयके पश्चात् ये पत्थरके कोयलेमें परिणत होजाते हैं। इस कोयलेकी खानें भारतवर्ष और अन्य देशोंमेंभी बहुत हैं मशीन, कारखानों और इञ्जिनोंनें यह कोयला जलाया जाता है।

संसारमें कर्बनके इतने यौगिक पाये जाते हैं कि इनके अध्ययन करनेके लिये रसायनका एक नया विभाग ही कार्बनिक रसायन नामसे बना दिया गया है।

हम यहाँ केवल तीन विषयोंका उल्लेख करेंगे—

(१) कर्बन एकौषिद

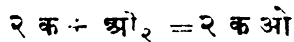
(२) कर्बन द्विओषिद

(३) कर्बनेत और अर्धकर्बनेत

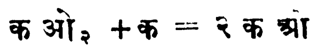
कर्बन एकौषिद, क ओ,

(carbon monoxide)

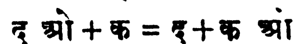
कर्बनको यदि थोड़ीसी हवामें गरम किया जाय तो कर्बन एकौषिद, क ओ, बनता है—


२ क + ओ$_2$ = २ क ओ

इसी प्रकार यदि कर्बन द्विओषिदको अधिक कर्बनकी विद्यमानतामें गरम किया जाय तो भी यह मिल सकता है।

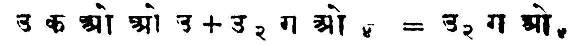

क ओ$_2$ + क = २ क ओ

दस्तओषिद, सीसओषिद आदिको कर्बन द्वारा अवकृत कर सकते हैं। प्रक्रिया द्वारा धातु और कर्बन एकौषिद मिलेगा।

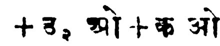

द ओ + क = द + क ओ

प्रयोग शालामें यह बहुधा पिपीलिकाम्ल (formic acid) और गन्धकाम्लको गरम करके बनाया जाता है। एक कुप्पीमें तीव्र गन्धकाम्ल लो। इसमें पेंचदार डाँट और वाहक नली लगा दो। गन्धकाम्लको १०० तापक्रम तक गरम करो। कीप द्वारा पिपीलिकाम्लको टपकाओ। कर्बन एकौषिद गैस उत्पन्न होगी जिसे बेलनोंमें भरा जा सकता है।

प्रक्रिया निम्न प्रकार है:—


उ क ओ ओ उ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = उ$_2$ ग ओ$_4$

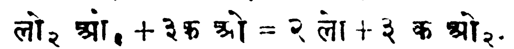
पिपीलिकाम्ल


+ उ$_2$ ओ + क ओ

पिपीलिकाम्लकी जगह इसका कोई लवण, सैन्धक पिपीलेत आदि लिया जा सकता है।

कर्बन एकौषिद, नीरंग, स्वाद तथा गन्धरहित विषैला वायव्य है। एक आयतन जलमें २० श पर यह ०.०२३ आयतन घुलनशील है। वायुदबावपर —१९०° पर यह द्रवीभूत हो जाता है और —२०३° तापक्रम पर ठोस हो सकता है। यदि दियासलाई जलाकर इसमें छोड़ी जाय तो यह गैस नीली ज्वालासे जलने लगती है और दियासलाई बुझ जाती है। इस प्रकार यह गैस स्वयं ज्वलनशील है पर अन्य पदार्थोंके जलनेमें साधक नहीं है।

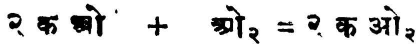
कर्बन एकौषिदमें अवकरण करनेके गुण होते हैं। यह अमोनिया-रजतनोषेत घोलको अवकृत कर देता है। लोह-ओषिद, लो$_2$ ओ$_3$, इसके साथ गरम करने पर लोहेमें परिणत हो जाता है—


लो$_2$ ओ$_3$ + ३ क ओ = २ लो + ३ क ओ$_2$.

यह वायव्य सैन्धक अथवा पांशुज क्षारके घोलोंमें घुलनशील नहीं है। कर्बनद्विओषिद इनमें घुल जाता है। ताम्रसहरिद और उदहरिकाम्लके संयुक्त घोलमें कर्बन एकौषिद अभिशोषित किया जा सकता है। गैस-विश्लेषणमें कर्बन एकौषिद की मात्रा निकालनेके लिये ताम्रसहरिद का इसलिये उपयोग किया जाता है। यह वायव्य अत्यन्त विषैला है। यदि वायुमण्डलके सौ भागमें १ भाग भी यह मिला हो तो श्वास लेनेसे मृत्युतक हो सकती है।

संगठन—कर्बनएकौषिदके १०० आयतनको १०० आयतन ओषजनके साथ जलानेसे १५० आयतन कर्बनद्विओषिद मिलता है। इस प्रकार जनित गैस को यदि पांशुज क्षार घोलके साथ हिलाया जाय तो

केवल ५० आयतन ओषजन शेष रह जाता है। इससे स्पष्ट है कि प्रक्रियामें १०० आयतन कर्बनएकौषिद केवल ५० आयतन ओषजनसे संयुक्त हुआ था और १०० आयतन कर्बनद्विओषिद बना। कर्बनएकौषिद का वाष्प घनत्व १४ है अर्थात यह उदजनसे १४ गुणा भारी है अत: इसका अणुभार १४ × २ = २८ हुआ। इस प्रकार उपर्युक्त प्रक्रिया निम्न सूत्रके अनुसार प्रतीत होती है—



२ क ओ + ओ₂ = २ क ओ₂

२. आयतन   १ आय.   २ आय.

कर्बन का परमाणु भार १२ और ओषजनका १६ है अत: कर्बन एकौषिदका सूत्र क ओ हुआ।

कर्बनद्विओषिद (क ओ₂).

(Carbon dioxide)

वायुमंडलमें ०.०३ प्रति. शतके लगभग कर्बनद्विओषिद विद्यमान है। प्रत्येकप्राणी श्वास द्वारा वायुका ओषजन शरीरके अन्दर लेजाता है और यहां इस ओषजनका उपयोग भोजन आदिके ओषदीकरणमें होता है। ओषदीकरण द्वारा कर्बनद्विओषिद निकलता है। जिसे हम श्वास द्वारा बाहर निकाल देते हैं। यह कर्बनद्विओषिद वायुमण्डलमें फैल जाता है। वृक्षोंमें यह गुण है कि वे क्लोरोफील नामक हरे रंगके पदार्थकी विद्यमानतामें प्रकाशकी सहायतासे कर्बनद्विओषिद को कर्बन और ओषजनमें विभाजित कर देते हैं। यह कर्बन वृक्षोंके शरीर निर्माणमें काम आता है और वृक्ष ओषजनको श्वास द्वारा बाहर फेंक देते हैं। इस क्रियासे वायुमें फिर अन्य प्राणियोंके उपयोगके लिये शुद्ध ओषजन प्राप्त होजाता है। वृक्ष रातमें कर्बनद्विओषिद श्वास द्वारा अन्दर नहीं लेजाते हैं। उन्हें इस समय ओषजन लेना पड़ता है। रातकोवे अन्य प्राणियोंके समानही ओषजन ग्रहणकर कर्बनद्विओषिद बाहर निकालते हैं।

कर्बनद्विओषिद बनाने की विधि —

१. खड़िया मिट्टी या चूनेके पत्थर (खटिककर्बनेत) को आंचसे गरम करनेसे कर्बनद्विओषिद निकलने लगता है।

ख क ओ₃ = ख ओ + क ओ₂

२. किसी कर्बनेतमें हलका उदहरिकाम्ल डालनेसे कर्बनद्विओषिद वायव्य निकलने लगता है। खड़िया-मिट्टी, सगमरमर आदिके टुकड़ोंको कांचकी एक कुप्पीमें लो और उसमें पेंचदार कीपसे उदहरिकाम्ल-का हलका घोल डालो। वाहक नलीद्वारा कर्बनद्विओषिद को किसी गैसके बेलनमें भर लो। यह हवासे भारी होता है अत: आसानीसे सीधे बेलनमेंही भरा जा सकता है। प्रक्रियामें खटिकहरिद भी बनता है—

ख क ओ₃ + २उह = खह₂ + उ₂ ओ + कओ₂

३. कोयलेको या किसी कार्बनिक पदार्थ, शक्कर, मोम, तेल आदिको समुचित ओषजनकी मात्रामें गरम करके जलानेसेभी कर्बनद्विओषिद बनता है।

गुण—यह नीरंग गैस है जिसका हलका अम्लीय स्वाद होता है। यह उदजनकी अपेक्षा २२ गुनी भारी है। यह पानीके समान एक बर्तनसे दूसरे बर्तनमें उंडेला जा सकता है क्योंकि यह वायुसे भारी है। इसमें वस्तुके जलानेकी शक्ति नहीं है। जलता हुई दिया सलाई इसमें बुझजावेगी। केवल जलता हुआ मगनीसमका तार इसमें जलता रह सकता है। मगनीसम स्वयं ओषिदमें परिणत हो जाता है, और कर्बनके कण पृथक हो जाते हैं.—

क ओ₂ + २ म = २ म ओ + क

यह वायुमण्डलके दबाव पर जलमें घुलनशील है। ०° श पर एक ग्राम जलमें १.८ आयतन यह वायव्य घुल सकता है पर २०° श पर केवल ०.६ आयतन ही घुलनशील है। पर यदि दबाव अधिक कर दिया जाय तो वह और अधिक घुल सकता है। सोडावाटर की बोतलोंमें यह गैसदबावके कारण पानीमें अधिक मात्रामें घुली रहती है पर यदि बोतलकी डाट खोली जाय तो दबाव कम होता है और गैसके बुदबुदे जोरोंसे निकलने लगते हैं। पानीमें घुलकर यह जलको अच्छा स्वाद दे देती है।

कर्बनद्विओषिद द्रव और ठोस भी किया जासकता है। द्रव कर्बनद्विओषिदका सामान्य वातावरण पर क्वथनांक—७८°श है. इससे और नीचे ठंडा करने पर यह ठोस हो जाता है। ०°श पर ३५.५ वातावरण दबाव डाल कर भी यह द्रव किया जासकता है। इस द्रवको एक छेदद्वारा शीघ्रतासे वाष्पीभूत किया जाय तो शेषद्रव ठोस पड़ जाता है। अत्यन्त निम्न तापक्रम प्राप्त करनेके लिये इसका उपयोग बहुत किया जाता है।

संगठन—कोयलेको यदि ओषजनके निश्चित आयतनमें जलाया जाय और कर्बनद्विओषिदको या ओषजनको निकल कर बाहर न जाने दिया जाय तो जलनेके पूर्व जितना आयतनथा उतनाही आयतन जलने के बाद भी मिलेगा। इससे स्पष्ट है कि कर्बन द्विओषिदमें इसके आयतनके बराबर ही ओषजन विद्यमान है क्योंकि यदि ऐसा न होता तो आयतनमें अवश्य अन्तर पड़ जाता। प्रयोग करके यह भी पता चला है कि इसका वाष्प घनत्व २२ है अर्थात् यह उदजनसे २२ गुना भारी है। अतः २२.४ लिटर कर्बनद्विओषिद का भार ४४ ग्रामहुआ। इनमें २२.४लिटर ही ओषजन है जिसका भार १६ × २ = ३२ ग्राम होता है। अतः ४४ ग्राम कर्बनद्विओषिदमें ३२ ग्राम ओषजन और १२ ग्राम कर्बन है। ओषजन का परमाणुभार १६ और कर्बनका १२ है अतः कर्बनद्विओषिदके एक अणुमें एक परमाणु कर्बन का और दो परमाणु ओषजनके हैं अतः इसका सूत्र क ओ$_2$ हुआ।

पहिचान—कर्बन द्विओषिद चूनेके पानीको दूधिया कर देता है, अर्थात् खटिक कर्बनतके दूधिया कण अवक्षेपित होने लगते हैं।

ख (ओ उ)$_2$ × क ओ$_2$ = ख क ओ$_3$ × उ$_2$ ओ

इस विधिसे इसकी बहुधा पहिचान की जाती है।

कर्बनेत और अर्धकर्बनेत

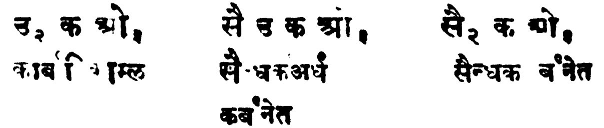
(carbonate and bicarbonate)

कर्बन द्विओषिदके जलीयघोलमे नीला लोतकपत्र डाला जाय तो यह कुछ लाल पड़ जायगा जिससे स्पष्ट है कि घोल अम्लीय है। इस घोलमें कार्बनिकाम्ल की विद्यमानता है। यह अम्ल अत्यन्त शीघ्र विभाजित हो जाता है—



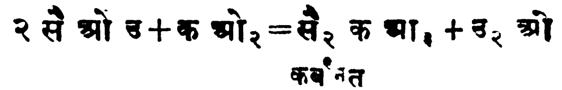
उ$_2$ ओ + क ओ$_2$ = उ$_2$ क ओ$_3$

कार्बनिकाम्ल द्विभस्मिक अम्ल है अर्थात् इसमें उदजनके दो ऐसे परमाणु हैं जो धातुओंसे स्थापित किये जा सकते हैं। अतः इसके दो प्रकारके लवण बनते हैं। यदि एकही उदजन धातु तत्त्वसे स्थापित हो तो लवणको अर्धकर्बनेतकहते हैं पर यदि दो कर्बन स्थापित हो जायतो लवणको कर्बनेत कहेंगे यह अम्ल स्वयं तो अस्थायी है पर इसके लवण स्थायी होते हैं—

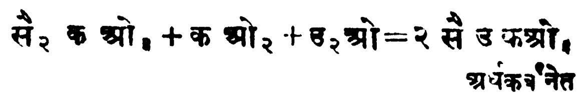


उ$_2$ क ओ$_3$	सै उ क ओ$_3$	सै$_2$ क ओ$_3$
कार्बनिकाम्ल	सैन्धकअर्धकर्बनेत	सैन्धक कर्बनेत

सैन्धकक्षारमें यदि कर्बन द्विओषिद प्रवाहित किया जाय तो सैन्धक कर्बनेत बन जाता है। पर सैन्धक कर्बनेतके जलीय घोलमें यदि और कर्बन द्विओषिद प्रवाहित करें तो सैन्धकअर्धकर्बनेत बन जायगा। प्रक्रियायें निम्न प्रकार—



२ सै ओ उ + क ओ$_2$ = सै$_2$ क ओ$_3$ + उ$_2$ ओ
कर्बनेत



सै$_2$ क ओ$_3$ + क ओ$_2$ + उ$_2$ओ = २ सै उ कओ$_3$
अर्धकर्बनेत

चूनेके पानी, खटिकउदौषिद, ख (ओ उ)$_2$ में कर्बन द्विओषिद प्रवाहित करनेसे खटिक कर्बनेत बनता है जैसाकि ऊपर कहा जाचुका है। जितने कर्बनेत हैं वे सब उदहरिकाम्लसे विभाजित होकर कर्बन द्विओषिद देते हैं। यह कर्बन द्विओषिद चूनेके पानीको दूधिया कर देता है। इस प्रकार कर्बनेतोंकी परीक्षा की जा सकती है। कर्बनेतमें उदहरिकाम्लका हलका घोल डालो। जो गैस निकलने लगे उसे चूनेके पानीमें प्रवाहित करो। यदि पानी दूधिया पड़ जायतो कर्बनेतकी विद्यमानता समझनी चाहिये। यदि दूधिया घोलमें कर्बन द्विओषिद बहुत देर तक प्रवाहित किया जायगातो आया हुआ श्वेत

खटिक धीरे धीरे घुलने लगेगा क्योंकि खटिक अर्ध-कर्बनेत बन जायगा जो जलमें घुलनशील है। खटिक कर्बनेत जलमें अघुल है।

खकओ$_3$ + कओ$_2$ + उ$_2$ओ = ख (उकओ$_3$)$_2$

उदकर्बन (Hydro carbon)

कर्बन और उदजनके संयोगसे जो यौगिक बनते हैं उन्हें उदकर्बन कहते हैं। कार्बनिक रसायनमें इनका विस्तृत वर्णन दिया गया है अतः यहाँ विशेष लिखनेकी आवश्यकता नहीं है।

दारेन (Methane) क उ$_4$—एक भाग सैन्धक सिरकेत, क उ$_3$ क ओ ओ सै, को ४ भाग सैन्धक चूना (दाहक सोडा और चूनाका मिश्रण) के साथ गरम करने से दारेन नामक नीरंग वायव्य प्राप्त होता है। यह हलकी नीली लपकसे जलता है—

कउ$_3$ कओओ से + सैओउ = से$_2$कओ$_3$ × कउ

सिरकीलिन (acetylene), क$_2$ उ$_2$—कर्बन और उदजनको विद्युत चापके तापक्रम पर गरम करने से सिरकोलिन गैस बनती है खटिक कर्बिद, ख क$_2$ (कैलशम कार्बाइड) पर जल डालनेसे भी यह बन सकती है।

ख क$_2$ × २उ$_2$ ओ = ख (ओउ)$_2$ × क$_2$उ$_2$

यह दुर्गन्धयुक्त नीरंग वायव्य है जो धुंएदार प्रकाशयुक्त ज्वालासे जलती है। मोटर, साइकिल, मैजिक लालटेन आदिमें रोशनी करनेके लिये इसका उपयोग किया जाता है।

शैलम, शै, २८·३.

ओषजनको छोड़कर और कोई ऐसा तत्त्व नहीं है जो शैलमके समान इस भूमिमें अधिक पाया जाता हो। यह तत्त्व बहुधा शैल ओषिद, शैओ$_2$ के रूपमें उपलब्ध होता है, बहुतसे पत्थर, बिल्लूरी कांच, बालू आदिमें शैलमका बहुत अंश विद्यमान रहता है। गेलूजक और थेनार्थने सं० १८६८ वि० में सबसे पहले शैलम को इसके यौगिक शैलफ्लविद, शैप्ल$_4$, में से पृथक किया था। बर्जीलियसने इसके कुछ गुणोंकी परीक्षा करके इसे धातु-तत्त्व निर्धारित किया पर डेवी नामक वैज्ञानिकने विस्तृत परीक्षण करके यह निश्चित किया कि यह कर्बनके समान अधातु तत्त्व है। इसे आवर्त संविभागके चतुर्थसमूहमें कर्बनके नीचे स्थान दिया गया है। कर्बन और इसके गुणोंमें बहुत समानता है जैसेकि निम्न यौगिकोंसे पता चलेगा।

ओषिद—	क ओ$_2$,	शै ओ$_2$
हरिद्—	क ह$_4$,	शै ह$_4$
हरोपिपील—	क उ ह$_3$	शै उ ह$_3$
दारेन—	क उ$_4$,	शै उ$_4$ (शैलेन)

उपलब्धि—शैलम् का मुख्य यौगिक शैल-ओषिद, शैओ$_2$ है। इस ओषिदसे शैलम् तत्त्व निम्न विधियों द्वारा पृथक् किया जा सकता है।

(१) पांशुज-प्लव-शैलेत, पां$_2$ शैप्ल ६ को पांशुजम् धातुके साथ लोह नीलकामें गरम करनेसे शैलम् तत्त्व मिल सकता है। प्रक्रिया इस प्रकार है—

पां$_2$ शै प्ल$_6$ + ४पां = ६ पां प्ल + शै

(२) शैल ओषिद को विद्युत भट्टा में कर्बन के साथ गरम करने से ओषिद का अवकरण हो जाता है। व्यापारिक विधिमें बालू को कोयले के साथ गरम करते हैं। प्रक्रिया निम प्रकार है

शै ओ$_2$ + २ क = शै + २ कओ

इस प्रकार लेखनिक के समान रवेदार शैलम् प्राप्त होता है।

(३) शैलओषिद को मनीसम चूर्ण के साथ गरम करने पर यह सरलता से प्राप्त हो सकता है—

श ओ$_2$ + २ म = शै + २ मओ

इसविधिसे चूर्ण-शैलम प्राप्त होता है। यह पसीजने लगता है और ओषजन में रक्त तप्त करने पर जलने लगता है। यह सब अम्लों में अनघुल है, केवल नोषिकाम्ल और उदप्लविकाम्लके मिश्रणमें घुल सकता है। रक्त तप्त होने पर यह जल वाष्प को विभाजित कर देता है।

शै + २उ$_2$ओ=शै ओ$_2$ + २उ$_2$

यह दाहक क्षारोंके सम्पृक्त घोलोंमें घुलनशील है। सैन्धक कर्बनेत, पांशुज हरेत या नोषेत के साथ गरम करके पिघलाने पर शैलेतमें परिणित हो जाता है।

शै + २पां ओ उ + उ$_2$ ओ=पां$_2$ शै ओ$_3$ + २उ$_2$

शैलम प्लविन, नैलिन और हरिन से संयुक्त होकर लविद आदि यौगिक देता है—

शै + २प्ल$_2$=शै प्ल$_4$

शैलउदिद या शैलेन (Siliciane)

शैलम् तत्त्व उदजनके साथ कई प्रकारके यौगिक देता है, जैसे शैलेनका चतुरुदिद, शै उ$_4$, (दारेन कउ$_4$ के समान), द्विशैलेन शै$_2$ उ$_6$ (ज्वलेन, क$_2$ उ$_6$ के समान) आदि। मगनीसम् चूर्ण और बालू या चूर्ण शैल ओषिद को साथ साथ घरियामें गरम करें तो मगनीसशैलिद, म$_2$शै, नामक यौगिक प्राप्त होता है जो उदहरिकाम्लके संसर्ग से शैलेन, अर्थात शैल चतुर-उदिद देता है—

म$_2$ शै + ४ उह=शै उ$_4$ + २ मह$_2$

शैलेन स्फुरिनके समान वायव्य है जो वायुके संसर्गसे ही जलउठता है और श्वेत धुएँके बादल उठने लगते हैं। प्रक्रिया में शैल ओषिद बनता है:—

शै उ$_4$ + २ ओ$_2$=शै ओ$_2$ + २ उ$_2$ ओ

शैलहरिद, और प्लविद

कहा जाचुका है कि शैलम तत्त्व हरिन गैसके साथ गरम करने पर जलने लगता है। प्रक्रिया में शैलहरिद, शैह$_4$ बनता है। मगनीसम् और शैल-ओषिद (बालू) के मिश्रण को हरिनके प्रवाहमें गरम करने पर भी यह हरिद मिल सकता है।

शै ओ$_2$ + २ म + २ ह$_2$=शै ह$_4$ + २ मओ

इसी प्रकार हरिन्के स्थानमें अरुणिन् क उपयोग करने में शैलअरुणिद, शैअ$_4$ बन सकता है शैलहरिद उड़नशील द्रव है जिसका घनत्व १.५२३ है, इसका द्रवांक—७०°, और क्वथनांक ५६.८° श है। जलमें इसे प्रवाहित करने से लसदार (gelatinons) शैलओषिद बनजाता है—

शैह$_4$ + ४उ$_2$ओ=उ$_4$ + शै ओ$_4$ + ४ उह

या=२उ$_2$ओ + शै ओ$_2$ + ४ उह

शैलम् प्लविन् गैसमें जलने लगता है और शैलप्लविद, शैप्ल$_4$, बन जाता है। शैलओषिद और उदप्लविकाम्लके संसर्गसे भी यह बनता है। उदप्लविकाम्लका काँच पर इसी गुणके कारण प्रभाव पड़ता है अर्थात् दोनोंके संसर्गसे काँच पर चिह्न पड़ जाते।

४ उप्ल + शै ओ$_2$=शैप्ल$_4$ + २ उ$_2$ ओ

खटिक प्लविद, ख प्ल$_2$ बालू और गन्धकाम्लके गरम करनेसे भी शैलप्लविद प्राप्त हो सकता है—

शै ओ$_2$ + २ ख प्ल$_2$ + २उ$_2$ ग ओ$_4$=

शैप्ल$_4$ + २ ख ग ओ$_4$ + २उ$_2$ओ

शैलप्लविद नीरंग गैस है। यह जलके संसर्गसे अति शीघ्र लसदार शैलओषिद और उदप्लव-शैलिकाम्ल, उ$_2$ शै प्ल$_6$ में परिणत हो जाता है—

३शैप्ल$_4$ + २उ$_2$ ओ=शै ओ$_2$ + २उ$_2$ शै प्ल$_6$

शैल कर्बिद 'शै क'

५ भाग बालू और ३ भाग कोक कोयला-में थोड़ा नमक और लकड़ी का बुरादामिला कर विद्युत् भट्टी में १५५०—२२००°श तापक्रम तक गरम करने से शैल कर्बिद (या कर्बोरण्डम्) प्राप्त होता है—

शै ओ$_2$ + ३ क= शै क + २ क ओ

यह हीरेके समान ही कठोर पदार्थ है। इस पर आग का असर बहुत ही कम होता है अतः भट्टियोंके निर्माणमें इसका उपयोग किया जाता है। यह प्रत्येक अम्लमें अनघुल है। पिघले हुए सैन्धक क्षारमें वायु की विद्यमानतामें यह घुलता सैन्धक शैलेत बनाता है।

शै क + ४ सै ओ उ + २ ओ$_2$ =
सै$_2$ क ओ$_3$ + सै$_2$ शै ओ$_3$ + २ उ$_2$ ओ

शैलओषिद (Silica) शै ओ$_2$

बालू के रूपमें शैलओषिद बहुत पाया जाता है। बालूमें शैलओषिदके अतिरिक्त कुछ लोह कण भी विद्यमान रहते हैं। शैलओषिद दो रूपोंमें पाया जाता है—(१) रवेदार जैसे क्वार्ट्ज पत्थर आदि (२) चूर्ण। क्वार्ट्ज़के नीरंग पारदर्शक सुन्दर रवे होते हैं। पर कभी कभी मांगनीज ओषिद की विद्यमानताके कारण इनमें हलका रंगभी आजाता है। सूक्ष्मदर्शक यन्त्र द्वारा देखनेमें ये रवे षट्भुजी त्रिपार्श्व प्रतीत होते हैं। ये अत्यन्त कठोर होते हैं और इनका घनत्व २·६५ है।

ट्राईमाइट—दूसरे प्रकार का रवेदार शैलओषिद है। इसके रवे षट्भुजी पत्रके आकारके होते हैं। इनका घनत्व २·२८ है।

ओषजन उदजन धौंकनीसे १७१०° तक गरम करने पर हरेक रूपका शैलओषिद पिघलने लगता है और विद्युत भट्टीमें यह २२३०°श पर उबलने लगता है। इस प्रकार पिघलनेसे यह काँचके समान नरम पड़ जाता है और इसके तार खींचे जासकते हैं, बोतल, कुप्पियाँ, गिलास आदि बनाये जा सकते हैं।

अगट आदि क़ीमती पत्थर शैलओषिदके चूर्ण रूप हैं। शैलओषिद उच्चतापक्रम और अत्यन्त दबाव पर जलमें घुल जाता है। इस घोलसे फिर यह धीरे धीरे पृथक् होने लगता है और चूर्ण शैलओषिद जम जाता है।

रासायनिकगुण—साधारणतः यह जलमें और उद-प्लविकाम्ल को छोड़कर यह सब अम्लोंमें अनघुल है। उदप्लविकाम्लके प्रभावसे यह शैल चतुर्प्लविदमें परिणत हो जाता है।

शै ओ$_2$ + ४ उप्ल = शै प्ल$_4$ + २ उ$_2$ ओ

यह दाहकक्षारोंमें घुल सकता है। सैन्धककर्बनेत और बालूके मिश्रण को साथ साथ पिघलानेसे सैन्धक शैलेत बन जाता है।

२ सै ओ उ + शै ओ$_2$ = सै$_2$ शै ओ$_3$ + उ$_2$ ओ
शै ओ$_2$ + सै$_2$ क ओ$_3$ = सै$_2$ शै ओ$_3$ + क ओ$_2$

सैन्धक गन्धेतके साथ भी उच्च तापक्रम पर शैलओषिद को गरम करनेसे सैन्धक शैलेत बनता है—
शै ओ$_2$ + सै$_2$ ग ओ$_4$ = सै$_2$ शै ओ$_3$ + ग ओ$_3$

शैलिकाम्ल (Silicic acids)

सैन्धक शैलेत में अम्ल छोड़ने से शैलिका अम्ल का लसदार अवक्षेप प्राप्त होता है। इस अम्ल को शैल ओषिद ही समझना चाहिये जिससे जलके एक या दो अणु संयुक्त रहते हैं। इस अवक्षेपको वायु में सुखाने पर केवल १६ प्रतिशत जल रह जाता है। और शेषजल उड़ जाता है। शैलम् तत्त्व चतुश क्तिक है अतः इसको ओषिद और अम्ल निम्न प्रकार सूचित किये जा सकते हैं—

ओ=शै=ओ, ओ=शै<(ओउ)(ओउ), (ओउ)(ओउ)>शै<(ओउ)(ओउ)

ओषिद — मध्यशैलिकाम्ल — पूर्व-शैलिकाम्ल

शै ओ$_2$,—शैलओषिद

शै ओ$_2$ + उ$_2$ ओ = उ$_2$ शै ओ$_3$ + मध्यशैलिकाम्ल
शै ओ$_2$ + २उ$_2$ ओ = उ$_4$ शै ओ$_4$ पूर्वशैलिकाम्ल

शैलिकाम्लके लवणों को शैलेत कहते हैं सैन्धककर्बनेत और बालू की उपयुक्त मात्रा साथ साथ पिघलाने से सैन्धक पूर्व शैलेत, सै$_4$ शै ओ$_4$ और सैन्धक मध्य शैलेत सै$_2$ शै ओ$_3$ दोनों बनते हैं:—

स$_2$ क ओ$_3$ + शै ओ$_2$ = सै$_2$ शै ओ$_3$ + क ओ$_2$
सैन्धकमध्यशैलेत

सै$_2$ शै ओ$_3$ + सै$_2$ क ओ$_3$ = सै$_4$ शै ओ$_4$ + क ओ$_2$
सैन्धक पूर्व शैलेत

कलार्द्र शैल ओषिद सैन्धकशैलेत के हलके घोल को हलके उदहरिकाम्ल के हलके घोल की अधिक मात्रा में धीरे धीरे डाल कर अच्छी तरह हिलाने से शैलओषिद का अवक्षेप नहीं प्राप्त होता

है यद्यपि प्रक्रिया द्वारा शैल ओषिद् अवश्य बनता है—

$$\text{सै}_2\text{शैओ}_3+२\,\text{उह}=२\,\text{सैह}+(\text{शैओ}_2+\text{उ}_2\text{ओ})$$

इस प्रकार घोल को कलार्द्र घोल (Colloidal) कहते है। संक्षीण गन्धिद के कलार्द्रघोल का वर्णन पहले दिया जा चुका है। शैलओषिद् के कलार्द्र घोल को एक हद तक तो सुखाकर संपृक्त किया जा सकता है पर इसमें अधिक सुखाने पर शैलओषिद् एक प्रकार की झिल्ली (Jelly) में परिणत हो जाता है। लवणों के घोल डालने से कलाद्र घोल का अधः क्षेपन (coagwlation) किया जा सकता है, अर्थात् शैलओषिद् के स्थूल कण पृथक किये जा सकते हैं।

शीशा या काँच (Glass)

क्षारधातुओं के शैलेतों को खटिक या सीस शैलेत के साथ मिश्रित करके पिघलाने से काँच बनता है। काँच बे रवा अघुल पदार्थ है। और इस पर अम्लों का (उद् प्लविकाम्ल को छोड़ कर) कोई भी प्रभाव नहीं पड़ता है। अतः रासायनिक पदार्थों को रखने लिये काँचसे अधिक उपयोगी और सस्ते बर्तन किसीभी पदार्थके नहीं होसकते हैं। इसमें विशेष गुण यह है कि पिघला हुआ काँच ठंडा होनेपर एक ऐसी अवस्थामें आजाता है कि इसे फूँककर मोड़कर, और साँचोंमें ढालकर जिस रूपका चाहें बना सकते हैं। इसीलिये इसके पात्र आसानीसे बन सकते हैं।

काँच बनानेके भिन्न-भिन्न विधियाँ हैं। किसी मिट्टीके बर्तनमें बालूमें सैन्धक या पांशुज कर्बनेत या गन्धेत अथवा चूनेका पत्थर मिलाकर रक्त तप्त करके पिघलाते हैं। भिन्न भिन्न धातु ओषिदों की विद्यमानता के कारण काँचमें नीला, हरा या लाल रङ्ग आजाता है। नीरङ्ग काँच बनानेके लिये यह आवश्यक है कि बालूमेंसे धातुओं के ओषिद पहलेसे ही पृथक् कर लिये जायं।

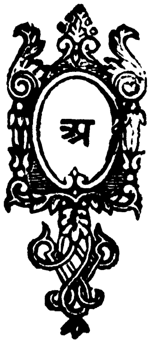
चीनी मिट्टीके भी बर्तन बनाये जाते हैं। इसमें बहुधा स्फट शैलेत होता है। एसबेस्टसमें मगनीस खटिक शैलेत होता है।

द्वितीय खण्ड

धातु समूह

सैन्धकम् और पांशुजम्

(Sodium and Potassium)



ब तक हमने अधातु तत्त्वोंका वर्णन दिया है। सप्तम, षष्ठ, पंचम और चतुर्थ समूहके तत्त्व मुख्यतः अधातु हैं। तृतीय समूहके तत्त्वोंसे धातुशक्ति आरम्भ होती है। द्वितीय और प्रथम समूही तत्त्व विशेषतः प्रबल धातु हैं। ये सब धनात्मक शक्तिके माने जाते हैं। प्रथम समूहके तत्वोंके दो वंश हैं—क और ख—जैसा कि आवर्त्त संविभागका वर्णन देते समय कहा जा चुका है। इसी प्रकार अन्य समूहोंमें भी दो दो वंश हैं। क-वंशके तत्त्वोंमें ख-वंशीय तत्त्वोंकी अपेक्षा धनात्मक गुण अधिक प्रबल हैं और ख-वंशीय तत्त्वोंमें ऋणात्मक गुणोंका कुछ न कुछ समावेश अवश्य है।

प्रथम समूहके क-वंशीय तत्त्वोंका विवरण निम्न प्रकार है—

तत्त्व	संकेत	परमाणुभार	द्रवांक	क्वथनांक	०° पर घनत्व
शोणम्	शो	,·९४	१८०·१° श	>१४००° श	०·५६
सैन्धकम्	सै	२३·०	९७·९°	८७७°	०.९७२३
पांशुजम्	पां	३९·१	६२·०४°	७५८°	०·८५९
लालम्	ला	८५·४५	३९·०°	६९६°	१·५२५
व्योमम्	वो	१३२·८	२८·४५°	६७०°	१·९०३

इस सारिणीके देखनेसे पता चलता है कि तत्वों का परमाणुभार ज्यों-ज्यों बढ़ता जाता है, उनका द्रवांक और कथनांक क्रमशः कम होता जाता है पर घनत्व बराबर बढ़ता जाता है (सैन्धकम् अपवाद है)। इन सब पांचों तत्वोंके गुण समान हैं जैसा कि आगेके वर्णनसे प्रतीत होगा। इन तत्वोंमें सैन्धकम् और पांशुजम् विशेष उपयोगी हैं अतः इनका ही वर्णन इस स्थान पर दिया जायगा।

प्राकृतिक लवण

सैन्धकम् और पांशुजम् अत्यन्त शक्तिशाली तत्व हैं अतः ये शीघ्र ही अन्य अधातु तत्वोंसे—गन्धक, ओषजन, हरिन्, कर्बनद्विओषिद आदिसे—संयुक्त हो जाते हैं। इसीलिये प्रकृतिमें ये शुद्ध रूपमें उपलब्ध नहीं हो सकते हैं।

सैन्धकम्के मुख्य प्राकृतिक लवण निम्न है—

(१) साधारण नमक—यह सैन्धक हरिद, सै ह है। नमक को संस्कृतमें सैन्धक कहते हैं, इसीलिये इस तत्वका नाम सैन्धकम् पड़ा है। समुद्र, झील और खारी कुओंके पानीमें यह बहुत मात्रामें विद्यमान है। नमककी बड़ी बड़ी खानें भी होती हैं।

(२) चिलीशोरा—यह सैन्धक नोषेत होता है। सैनो $ओ_3$।

(३) सोडा—बाजारमें जो सोडा बिकता है वह सैन्धक कर्बनेत होता है। सज्जी मिट्टीमें भी यह यौगिक विद्यमान है।

(४) पत्थरोंमें सैन्धक शैलेत और कहीं कहीं सैन्धक-स्फट-प्लविद (क्रायोलाइट-खनिज) पाये जाते हैं।

पांशुजम्के अनेक लवण भी प्रकृतिमें उपलब्ध होते हैं, यद्यपि ये सैन्धकम् लवणोंसे समान बहुतायतसे नहीं पाये जाते हैं। कुछ मुख्य लवण ये हैं:—

(१) शोरा—पांशुज नोषेत, पांनोओ$_3$

(२) फेल्सपार } पांशुज-स्फट शैलेत
(३) माइका }

(४) कार्नेलाइट—पांशुज मगननीसहरिद-षांह मह$_2$. ६उ$_2$ ओ

सैन्धकम् और पांशुजम् धातु

सैन्धकम् धातु दाहक सैन्धकक्षार-सैओउ (सैन्धक-उदौषिद) के विद्युत् विश्लेषणसे प्राप्त होती है। सैन्धक क्षार बनानेकी विधि आगे लिखी जायगी। सैन्धकक्षारको लोहेके एक बड़े बर्तनमें रखकर डायनेमोसे विद्युत् धारा प्रवाहित करते हैं। धनध्रुव (धनोद) पर ओषजन निकलने लगता है और सैन्धकम् एवं उदजन ऋणोद (ऋण ध्रुव) पर संचित हो जाता है। यह सैन्धकम् पिघली हुई अवस्था में होता है, इसे ठंडा करके ठोस करते हैं, और फिर पिघला कर मोटी मोटी बत्तियों (या बेलनों) के रूपमें ढाल लेते हैं।

२ (सै ओ उ) = [२सै, $उ_2$] + $ओ_2$

सैन्धकम्को मिट्टीके तैलके अन्दर रखा जाता है क्योंकि वायुके संसर्गसे यह ओषिदमें परिणत हो जाता है और जलके साथ जल कर सैन्धकक्षार बन जाता है। विद्युत् विश्लेषणकी प्रक्रियासे सैन्धकम् व्यापारिक मात्रामें बहुत बनाया जाता है। अमलगम (सैन्धकपारद मेल) बनाने और श्यामिद बनाकर सुवर्ण-व्यापारमें इसका उपयोग किया जाता है।

पांशुजम् धातु को इतनी अधिक व्यापारिक मात्रामें बनाने की आवश्यकता नहीं है क्योंकि जो काम इससे लिया जा सकता है वही सैन्धकम्से भी निकल सकता है। अस्तु, पांशुजम् भी सैन्धकम्के समान पांशुजक्षार, पां ओ उ, के विद्युत् विश्लेषणसे बनाया जा सकता है। इसके अतिरिक्त इमली की मलाई (पांशुज उदजन इमलेत)को बन्द घरियाके गरम करनेसे अथवा पांशुज कर्बनेतको कर्बनके साथ मिश्रित करके पिटवां लोहे की बोतलमें उच्च तापक्रम तक गरम करनेसे भी यह मिल सकता है:—

$$पां_2 क ओ_3 + २क = २ पां + ३ क ओ$$

पर ऐसी अवस्थामें पांशुजम् की वाष्पें प्राप्त होती हैं जिन्हें शीघ्रही लोह-पटोंके बीचमें ठण्डी करनी चाहिये अन्यथा पांशुजम् और कर्बनएककौषिदके संसर्गसे अति प्रबल विस्फुट-कारक यौगिक बन जायगा जिससे बहुधा अत्यन्त हानिकारक दुर्घटनायें हो जाया करती हैं।

सैन्धकम् और पांशुजम् दोनों धातुएं जलसे हलकी हैं, दोनों धातुएं चाकूसे काटी जा सकती हैं, और काटने पर धातु की सी चमकदार सतह निकल आती हैं। दोनों पिघलने पर पारदके समान द्रव देते हैं, और उबलने पर सैन्धकम् सुनहरी वाष्पें तथा पांशुजम् सुन्दर हरी वाष्पें देता है। उनके द्रवांक और क्वथनांक पहले दिये जा चुके हैं।

दोनों धातुएं जलके संसर्गसे जल उठती हैं और प्रक्रियामें तत्सम्बन्धी उदोषिद क्षार प्राप्त होते हैं जो लाल लिटमस द्योतक पत्र को नीला कर सकते हैं, यह प्रक्रिया पांशुजम्के साथ अधिक वेगसे होती है, इस प्रक्रियामें जो उद्जन जनित होता है, एकाएक सुन्दर बैंजनी लौ से जलने लगता है:—

$$२ \text{ सै} + २ \text{उ}_2 \text{ओ} = २ \text{ सै ओ उ} + \text{उ}_2$$

$$२ \text{ पां} + २ \text{उ}_2 \text{ओ} = २ \text{ पांओ उ} + \text{उ}_2$$

दोनों धातुएं वायुके संसर्गसे ओषिदमें (और यदि जलवाष्प भी वायुमें हो तो उदौषिदमें) परिणत हो जाता है।

$$२ \text{ पां} + \text{ओ}_2 = \text{पां}_2 \text{ओ}$$

$$\text{पां}_2 \text{ओ} + \text{उ}_2 \text{ओ} = २ \text{ पां ओ उ}$$

यदि किसी खरलमें थोड़ा सा पारा लिया जाय और इसमें सैन्धकम् के छोटे छोटे शुष्क टुकड़े काट कर मूसलीसे रगड़ कर मिलाये जायँ तो तीव्रतासे संयोग आरम्भ होता है और कभी कभी प्रकाश की दीप्ति भी प्रकट होती है। जब ८० भाग पारदमें एक भाग सैन्धकम् मिल जाता है तो ठंडा होने पर मिश्रण ठोस हो जाता है। इसको पारद-मेल या अमलगम कहते हैं. यह पारदमेल भी जलके साथ प्रक्रिया करके उद्जन देता है, पर इस अवस्थामें प्रक्रिया उतनी तीव्रतासे नहीं होती है जितना कि स्वच्छ सैन्धकम् के साथ।

सैन्धकम् और पांशुजम् का संयोग तुल्यांक

प्रयोग द्वारा यह देखा गया है कि रजत यदि शुद्ध नोषिकाम्लमें घोला जाय और इस रजत-घोलके रजतको पूर्णतः रजतहरिदमें परिणत करने के लिये सैन्धक हरिद घोल डाला जाय तो १०७·८८ भाग रजतके लिये ५८·४६ भाग सैन्धक हरिद की आवश्यकता होगी। यह भी देखा गया है कि १०७·८८ भाग रजत ३५·४६ भाग हरिन्‌से संयुक्त होकर रजत हरिद बनाता है। अतः ५८·४६ भाग सैन्धक हरिदमें ३५·४६ भाग हरिन् होगा, शेष ५८·४६—३५·४६=२३ भाग सैन्धकम्के होंगे अतः सैन्धकम् का संयोग तुल्यांक २३ हुआ।

ठीक इसी प्रकार का प्रयोग पांशुज हरिद लेकर भी किया जा सकता है। १०७·८८ भाग रजतके लिये ७४·५६ भाग पांशुज हरिदकी आवश्यकता होगी अतः पांशुजम्का संयोग तुल्यांक ७४·५६ – ३५·३६ = ३५·१ हुआ।

सैन्धकम्का आपेक्षिक ताप ०·२९३ है अतः इसका परमाणु भार $\frac{६·४}{·२९३}$=२१·८ के लगभग हुआ। संयोग तुल्यांक २३ था अतः निश्चित परमाणु भार २३ माना गया है पांशुजम्का आपेक्षिक ताप ०·१६६ है अतः परमाणु भार $\frac{६·४}{.१६६}$=३८·६के लगभग है। इसका संयोग तुल्यांक ३९·१ है अतः पांशुजम्का निश्चित परमाणु भार ३९·१ ही माना जायगा। इस प्रकार सैन्धकम् और पांशुजम् दोनों एक शक्तिक हैं अर्थात् इनका एक परमाणु अम्लोंमेंसे एक उद्जन परमाणु ही पृथक् कर सकता है।

सैन्धकम् और पांशुजम् के ओषिद

यह कहा जा चुका है कि वायुके संसर्गसे सैन्धकम् ओषिदमें परिणत हो जाता है। यदि समुचित वायुप्रवाहमें सैन्धकम् गरम किया जाय तो सैन्धक

परौषिद्, से$_2$ ओ$_2$, बनता है पर यदि संकुचित वायुमें इसे गरम करें तो सैन्धक एकौषिद्, सै$_2$-ओ, ही बनेगा ।

सैन्धक परौषिदको शुद्ध बनानेके लिये यह आवश्यक है कि वायु शुष्क हो और कर्बन द्विओषिदसे पूर्णतः रहित हो । यह श्वेत अथवा पीलापन लिये हुए श्वेत चूर्ण पदार्थ है । अति उच्चतापक्रम पर गरम करनेसे यह एकौषिदमें परिणत हो सकता है पर साधारण तापके प्रति यह स्थायी यौगिक है । जलके संसर्गसे यह सैन्धकक्षार और उद्जनपरौषिद देता है जिसका वर्णन पहले दिया जा चुका है:—

से$_2$ ओ$_2$ + २ उ$_2$ ओ = २ सै ओ उ + उ$_2$ ओ$_2$

इसी प्रकार गन्धकाम्लके संसर्गसे सैन्धक गन्धेत और उद्जन परौषिद प्राप्त होता है ।

सै$_2$ ओ$_2$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = सै$_2$ क ओ$_3$ + ओ$_2$

भार परौषिद, भ ओ$_2$, मांगनीज़ द्विओषिद मांओ$_2$ आदि भी सैन्धक परौषिदके समान हैं, कर्बनद्विओषिदके साथ यह सैन्धक कर्बनेतमें परिणत हो जाता है और ओषजन दे देता है:-

२ सै$_2$ ओ$_2$ + २ क ओ$_2$ = २ सै$_2$ कओ$_3$ + ओ$_2$

पांशुजम् भी यदि वायुमें गरम किया जाय तो कई प्रकारके ओषिदों का मिश्रण प्राप्त होता है जिनमें से परौषिद मुख्य होता है, इसे बहुधा पां$_2$ ओ$_4$ लिखते हैं । खूब गरम करनेपर यह पांशुज एकौषिदमें परिणत होजाता है । पांशुजक्षार को पांशुजम्के धातुके साथ गरम करके भी एकौषिद बना सकते हैं:—

२ पां ओ उ + २ पां = २ पां$_2$ ओ + उ$_2$

सैन्धक और पांशुजकर्बनेत— सै$_2$ क ओ$_3$ और पां क ओ$_3$

सैन्धक कर्बनेतको सैन्धकराख भी कहते हैं । इसका उपयोग सैन्धकक्षार आदि यौगिकोंके बनाने में होता है । साधारण नमक से इसके बनाने की दो मुख्य विधियाँ हैं:—

(१) लीब्लांक विधि

इन दोनों विधियों का सूक्ष्मतः वर्णन यहां दिया जायगा ।

लीब्लांक विधि—लीब्लांक विधिमें पहले साधारण नमक तीव्रगन्धकाम्लके संसर्गसे सैन्धक गन्धेतमें परिणत किया जाता है और फिर यह सैन्धक गन्धेत कोयले और खटिक कर्बनेतके साथ तप्त करके पिघलाया जाता है । इस प्रकार खटिक कर्बनेत दो प्रक्रियाओंमें बन जाता है—

२ सै ह + उ$_2$ गओ$_4$ = सै$_2$ गओ$_4$ + २ उह

से$_2$ गओ$_4$ + खकओ$_3$ + २ क = सै$_2$ कओ$_3$ + खग + कओ$_2$

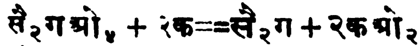
इस कामके लिये लोहेके बड़े कड़ाहेमें बहुत सा नमक रखते हैं और इसमें तीव्र गन्धकाम्लकी आवश्यक मात्रा डालते हैं । मिश्रण सदा भली भाँति टारा जाता रहता है । कड़ाहेको मन्द आँच से गरम करते हैं । प्रक्रियामें पहले सैन्धक उद्जन गन्धेत और उदहरिकाम्ल बनता है । उदहरिकाम्ल बनानेकी विधि बताते समय इसका निर्देश किया जा चुका है, आम्लिक वाष्पें पृथक कर ली जाती हैं । इस कामके लिये विशेष स्तम्भ या स्तूप होते हैं । उद्जन गन्धेत मिश्रणको दूसरे कड़ाहेमें और भी अधिक उच्च तापक्रम पर गरम करते हैं जहां पूर्णतः अनार्द्र सैन्धक गन्धेत बन जाता है ।

सैउगओ$_4$ + सै ह = सै$_2$ गओ$_4$ + उह

यह गन्धेत अनार्द्र कठोर श्वेत पदार्थ है । इसे लवण-रोटिका कहते हैं और इस विधि से तैयार करने को लवण-रोटिका-विधि कहते हैं ।

अस्तु, इस लवण रोटिका अर्थात् सैन्धक गन्धेतको तोड़ कर टुकड़े टुकड़े किये जाते हैं, और फिर इसमें कोयला और चूनेके पत्थरका चूर्ण मिलाया जाता है मिश्रणको फिर जोरों से गरम किया जाता है । इस कामके लिये लोहपटोंके बड़े बड़े बेलन उपयोग में लाये जाते हैं । ज्योंही बेलनोंका मिश्रण हलुआ सा हो जाता है और उसके ऊपर पीली वाष्पें दृष्टिगत होने

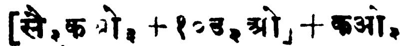
में निकाला जाता है इनमें ठंडा करके एक छेद द्वारा इसे ठोस कर लेते हैं। प्रक्रियायें इस प्रकार मानी जा सकती हैं:—


सै$_2$गओ$_4$ + २क = सै$_2$ग + २कओ$_2$


सै$_2$ग + खकओ$_3$ = खग + सै$_2$कओ$_3$

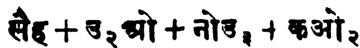
इस प्रकार खाकी रंगकी काली राख प्राप्त होती है जिसमें सैन्धक कर्बनेत और खटिक गन्धेत दोनों मिले होते हैं। सैन्धक कर्बनेत जलमें घुलनशील है पर खटिक गन्धिद अनघुल है अतः पानीमें मिश्रण डाल कर जोरोंसे हिलाते हैं और खटिक गन्धिदको छान कर पृथक कर लेते हैं शेषघोलमें पहले कर्बन द्विओषिद प्रवाहित कर देते हैं क्योंकि उपर्युक्त प्रक्रियाओं में कुछ सैन्धक क्षारभी बनजाता है जो कर्बन द्विओषिद द्वारा पूर्णतः कर्बनेतमें परिणत हो जाता है तत्पश्चात् सैन्धक कर्बनेतको सुखाकर गरम करके अलग कर लिया जाता है। इस प्रकार उपलब्ध पदार्थभी पूर्णतः शुद्ध कर्बनेत नहीं होता है। इसमें ८४% कर्बनेत और शेष सैन्धक हरिद, गन्धेत आदि अशुद्धियाँ होती हैं।

सैन्धक कर्बनेतके स्फटिकीकरणसे कपड़े धोनेका सोडा, सै$_2$कओ$_3$ + १०उ$_2$ओ प्राप्त होता है। सैन्धक कर्बनेतके रवाको कर्बन द्विओषिदकी विद्यमानतामें खुले छोड़नेसे सैन्धक अर्द्ध कर्बनेत प्राप्त होता है:—


[सै$_2$कओ$_3$ + १०उ$_2$ओ] + कओ$_2$

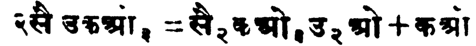

= २सैउकओ$_3$ + ९उ$_2$ओ

अमोनिया सोडा विधि—सैन्धक हरिद अर्थात् नमकके घोलको अमोनिया द्वारा सम्पृक्त करनेके पश्चात् यदि कर्बन द्विओषिद प्रवाहित किया जाय तो सैन्धक अर्धकर्बनेत बनता है।


सैह + उ$_2$ओ + नोउ$_3$ + कओ$_2$

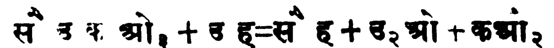

= सैउकओ$_3$ + नोउ$_4$ह

इस समीकरणसे यह स्पष्ट है कि प्रक्रिया में अमोनियम हरिद भी बनता है अमोनियम हरिदकी विद्यमानता में सैन्धक अर्धकर्बनेत जलमें बहुत कम घुलनशील है यह रवेके रूपमें पृथक हो जाता है और छानकर इसे अलग कर लेते हैं फिर थोड़ेसे जलसे इसे धोते हैं जिससे इसमें लगा हुआ अमोनिया घुल जाय; तत्पश्चात् इसेकड़ाहोंमें सुखा लेते हैं। अर्ध-कर्बनेतको भट्टा में गरम करनेसे सैन्धक कर्बनेत प्राप्त हो जाता है:—


२सैउकओ$_3$ = सै$_2$कओ$_3$ + उ$_2$ओ + कओ$_2$

इस प्रकार लीब्लांक विधि और अमोनिया-सोडा विधिसे सैन्धक कर्बनेत प्राप्त करते हैं। इन्हीं विधियोंसे सैन्धक गन्धेत और अर्धकर्बनेतभी बीच बीच में उपलब्ध हो जाता है।

शुष्क सैन्धक कर्बनेतको बिना विभाजित किये पिघलाया जा सकता है। यह जलमें घुलनशील है। घोल में से कपड़े धोनेके सोडाके रवे, सै$_2$कओ$_3$ १० उ$_2$ओ पृथक् होते हैं। हवामें रखने से इनका स्फटिकीकरण का जल पृथक् होना लगता है इस प्रक्रियाको लोना लगना या पुष्पण (efflorescent) कहते हैं। कर्बनेतका घोल क्षारीय होता है। इसके ठंडे घोलमें कर्बन द्विओषिद प्रवाहित करनेसे अर्धकर्बनेत, सैउकओ$_3$ बन जाता है। यह अर्धकर्बनेत घोल किसी भी अम्लके साथ चाहें सिरकाम्ल, नीबूइकाम्ल या कोई भी क्यों न हो, कर्बनद्विओषिदके बुलबुले देने लगता है।


सैउकओ$_3$ + उह = सैह + उ$_2$ओ + कओ$_2$

इस प्रक्रियासे अम्लोंकी पहिचान की जा सकती है।

पांशुज कर्बनेत—वनस्पतियोंको जलानेसे जो राख शेष रहती है उसमें पांशुज कर्बनेत विद्यमान रहता है। पांशु शब्द का संस्कृत में अर्थ 'राख' है। इसी लिये इस तत्वका नाम पांशुजम् रक्खा गया है। पांशुजकर्बनेत भी सैन्धककर्बनेत के समान आजकल पांशुजहरिदसे बनाया जाता है। इसमें पसीजनेका गुण है और जलमें बहुत घुलनशील है (१०० भाग जलमें २०°श पर २०भाग घुलनशील) सैन्धक अर्धकर्बनेतके समान यह भी पांशुज अर्धकर्बनेत पाउकओ$_3$, देता है।

सैन्धक और पांशुजक्षार, सैओउ, और पांओउ

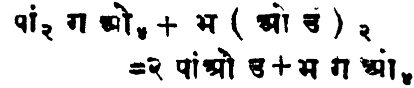
लीब्लांक विधिमें वर्णित 'काली राख' मेंसे खटिक गन्धिद दूर कर देनेके पश्चात् सैन्धक कर्बनेत का जो घोल शेष रह जाता है, उसे लोहेके बेलनोंमें चूनेके साथ गरम करते हैं। प्रक्रियामें सैन्धककर्बनेत सैन्धकक्षारमें परिणत हो जाता है और खटिक कर्बनेत अवक्षेपित हो जाता है:

सै$_2$क ओ$_3$ + ख (ओउ)$_2$ = खक ओ$_3$ + २सैओउ

इस घोलमें वायु प्रवाहित करते हैं, इससे दो लाभ हैं—पहला तो यह कि मिश्रण खूब टरता रहता है और दूसरा यह कि जो कुछ गन्धक-यौगिक हों उनका ओषदीकरण हो जाता है। कालान्तरमें खटिक कर्बनेतके सूक्ष्म कण तलैटीमें बैठ जाते हैं। इन्हें छान कर अलग कर लिया जाता है। फिर द्रवको उथले कड़ाहोंमें १३८° क्वथनांक तक गरम करते हैं। फिर बड़े बड़े कटोराकार लोहपात्रोंमें घोलको जोरोंसे गरम करते हैं। इस प्रकार उनका सम्पूर्ण जल पृथक हो जाता है। फिर इन्हें बट्टियों अथवा बत्तियोंमें ढाल लेते हैं।

सैन्धक हरिदके विद्युत्विश्लेषणसे भी सैन्धकक्षार प्राप्त हो सकता है। शुद्ध सैन्धक क्षार बनानेके लिये बाजारू सैन्धकक्षारको मद्यमें घोलना चाहिये। इस प्रकार केवल क्षार मद्यमें घुल जायगा पर अशुद्धियाँ अनघुल रहेंगी इन्हें छान कर पृथक् किया जा सकता है। मद्यिक घोलको उड़ाकर शुद्ध क्षार मिल सकता है। अत्यन्त शुद्ध क्षार सैन्धकम् धातु को स्रवित जलमें घोलकर चांदी की प्यालियोंमें वाष्पी भूत करके प्राप्त हो सका है। चांदी पर इस क्षारका न्यूनतम प्रभाव पड़ता है।

पांशुजक्षार भी सैन्धक क्षारके समान बनाया जा सकता है। पांशुज हरिदके विद्युत्-विश्लेषणसे यह विशेषतः बनाया जाता है। एक ध्रुव पर हरिन् मुक्त होकर आजाता है और दूसरे ऋणोद पर पांशुजम्। ऋणोद बहुधा पारदधातुका होता है। पांशुजम् पारदधातुके साथ पारदमेल बनाता है। यह पारदमेल पुनः जलके संसर्गसे पांशुज क्षारमें परिणत हो जाता है। इस घोल को सुखाकर पांशुजक्षार बना लेते हैं। अत्यन्त शुद्ध क्षार बनानेके लिये पांशुज गन्धेत चूर्णको संपृक्त भारउदौषिद घोलके साथ गरम करते हैं। भार गन्धेतका अवक्षेप छानकर पृथक् कर लिया जाता है:—



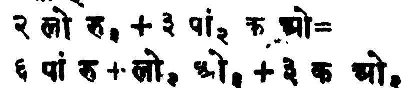
सैन्धक और पांशुज क्षार दाहक क्षार भी कहलाते हैं। इनको घोलनेसे जल बहुत गरम हो जाता है। पांशुज क्षारका उपयोग मृदु-साबुनके बनाने में बहुत होता है।

सैन्धक और पांशुज हरिद—सैह, पांह

साधारण नमक सैन्धक हरिद है, इसमें थोड़ा सा मगनीसहरिद भी मिला रहता है, जिसमें पसीजनेके गुण हैं। इसी लिये बरसातके दिनोंमें साधारण नमक पसीजने लगता है इससे स्वच्छ नमक, सैन्धहरिद प्राप्त करने की विधि यह है कि नमक घोलमें उदहरिकाम्ल गैस प्रवाहित करो। ऐसा करनेसे शुद्ध सैन्धक हरिद अवक्षेपित हो जायगा पर मगनीस हरिद जलमें ही घुला रहेगा, लवणको शून्यक पम्पकी सहायतासे छानलो और फिर परौप्यमकी घरियामें रक्ततप्त करलो।

स्टैसफर्टकी तहोंमें पांशुजहरिद प्राप्त होता है, कार्नेलाइटमें यह मगनीस हरिदके साथ मिला रहता है। आंशिक स्फटिकीकरण द्वारा शुद्ध रूपमें यह पृथक् किया जा सकता है। गरम पानीमें यह सैन्धकहरिद की अपेक्षा कहीं अधिक घुलनशील है। सम्पूर्ण पांशुजलवण इसी हरिदसे बनाये जाते हैं।

पांशुज अरुणिद—पांरु-लोहचूर्ण और अरुणम् जल का प्रभाव डालनेसे लोह अरुणिद बनता है। पांशुज कर्बनेतके साथ प्रक्रिया करनेसे पांशुज अरुणिद प्राप्त हो जाता है:—



सैन्धक अरुणिद, सैरु, भी इसीके समान है इसके रवे सैरु + २ उ$_2$ ओ होते हैं।

पांशुज नैलिद—यह भी उपर्युक्त विधिके अनुसार बनाया जाता है। ओषधियों और नैलिन् मापकता (Iodometery) में इसका उपयोग किया जाता है।

पांशुज हरेत—पां ह ओ$_3$-इसकी विधि हरेतोंका वर्णन करते हुए दी जा चुकी है। गरम चूनेमें हरिन् प्रवाहित करके खटिक हरेत बनाया जाता है।

ख (ओ उ)$_2$ + ६ ह$_2$

=५ ख ह$_2$ + ख (ह ओ$_3$)$_2$ + ६ उ$_2$ ओ

फिर खटिक हरेतमें पांशुज हरिद डालते हैं। अल्पघुल पांशुज हरेत अवक्षेपित हो जाता है:—

ख (ह ओ$_3$)$_2$ + २ पां ह=ख ह$_2$ + २ पां ह ओ$_3$

सैन्धक और पांशुज श्यामिद, सै क नो, पां क नो

सैन्धक श्यामिद—यदि लोह भभकेमें सैन्धकम्के अमोनियाके प्रवाहमें ४०० पर गरम किया जाय तो सैन्धकामिद (sadamide) पदार्थ, सै नो उ$_2$, मिलता है।

२ नो उ$_3$ + २ सै=२ नो उ$_2$ सै + उ$_2$

यह मोमके समान श्वेत पदार्थ है। कर्बनके साथ गरम करनेसे यह सैन्धक श्यामिदमें परिणत हो जाता है:—

सै नो उ$_2$ + क=सै क नो + उ$_2$

स्वर्णके निष्कर्षणमें सैन्धक श्यामिदका बहुत उपयोग किया जाता है. यह अत्यन्त विषैला पदार्थ है।

पांशुज श्यामिद—यह भी उपर्युक्त-विधिके अनुसार बनाया जा सकता है। यदि पांशुज कर्बनेतको कर्बन और अमोनियाके साथ पिघलायें तो, बहुत शुद्ध मिल सकता है। इस विधि को 'बीलबी की विधि' कहते हैं:—

पां$_2$ कओ$_3$ + क + २ नोउ$_3$=२ पांकनो + ३ उ$_2$ ओ

पांशुजलोहश्यामिद, पां$_4$ लो (कनो)$_6$, को रक्त तप्त करनेसे भी यह मिल सकता है:—

पां$_4$ लो (कनो)$_6$=४ पांकनो + लो + २ क + नो$_2$

सैन्धक और पांशुज गन्धेत—सै$_2$ ग ओ$_4$, पां$_2$ ग ओ$_4$

सैन्धक गन्धेत—सै$_2$ ग ओ$_4$, लीब्लांक विधिमें इसका वर्णन दिया जा चुका है। यह जलमें घुलनशील है। घोलमेंसे रवे बनानेपर इसके अणुमें स्फटिकीकरण के १० जलाणु, सै$_2$ ग ओ$_4$ १० उ$_2$ ओ, मिल जाते हैं। ऐसी अवस्थामें इसे ग्लौबर-लवण कहते हैं।

सैन्धक गन्धित—सै$_2$ ग ओ$_3$—सैन्धक कर्बनेतके घोलमें गन्धक द्विओषिद प्रवाहित करके संपृक्त करनेसे सैन्धक अर्ध गन्धित सैउ गओ$_3$—बनता है, यह श्वेत पदार्थ है—

सै$_2$ कओ$_3$ + २ गओ$_2$ + उ$_2$ओ

= २सै उ ग ओ$_3$ + कओ$_2$

सैन्धक अर्धगन्धितके संपृक्त घोलमें यदि सैन्धक कर्बनेतकी और मात्रा छोड़ी जाय तो सैन्धक गन्धित बनेगा —

२ सै उ गओ$_3$ + सै$_2$ कओ$_3$=

२स$_2$ गओ$_3$ + उ$_2$ ओ

गन्धितके रवोंमें स्फटिकीकरणके ७ जलाणु होते हैं। इसका घोल क्षारीय होता है। हरिन्, नैलिन् या नाषिकाम्लके प्रभावसे यह ओषदीकृत होकर सैन्धक गन्धेतमें परिणत हो जाता है:—

सै$_2$ गओ$_3$ + नै$_2$ + उ$_2$ ओ=सै$_2$ गओ$_4$ + २ उनै

सैन्धक गन्धकी गन्धेत, सै$_2$ ग$_2$ ओ$_3$ + ५ उ$_2$ ओ सैन्धक गन्धितको गन्धक-पुष्पके साथ उबालनेसे सैन्धक गन्धकी गन्धेत बनता है:—

सै$_2$ गओ$_3$ + ग=सै$_2$ ग$_2$ ओ$_3$

इसके रवोंमें स्फटिकीकरणके पांच जलाणु होते हैं। फोटोग्राफीमें इसका बहुत उपयोग किया जाता है (यह हाइपो नामसे प्रसिद्ध है) क्योंकि यह अपरिवर्त्तित रजत अरुणिद,-नैलिद-हरिद आदिको घुला लेता है। पर चित्र पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। इस लवणमें गन्धकाम्ल डालनेसे गन्धक द्विओषिदकी गन्ध आवेगी और गन्धक मुक्त हो जावेगा—

सै$_२$ ग$_२$ ओ$_३$ + उ$_२$ गओ$_४$
= सै$_२$ गओ$_४$ + उ$_२$ ओ + ग ओ$_२$ + ग

मुक्त नैलिन्‌के संसर्गसे इसमें एक उपयोगी प्रक्रिया होती है। नैलिन् स्वयं सैन्धक नैलिदमें परिणत हो जाता है और सैन्धक चतुर्गन्धकोनेत यौगिक बनता है।

२सै$_२$ ग$_२$ ओ$_३$ + नै$_२$ = २सैनै + सै$_२$ ग$_४$ ओ$_६$

इस प्रक्रियाका उपयोग किसी नैलिन् घोलकी शक्ति निश्चित करनेमें किया जाता है।

पांशुज गन्धेत—पां$_२$ ग ओ$_४$—यह पांशुज हरिदसे बनाया जा सकता है। इसका उपयोग खादके रूपमें भी होता है।

पांह + उ$_२$ गओ$_४$ = पांउ गओ$_४$ + उह
पांउ गओ$_४$ + पांह = पां$_२$ गओ$_४$ + उह

प्रक्रियामें पहले उदजन गन्धेत बनता है और फिर पांशुज-गन्धेत।

सैन्धक और पांशुज नोषेत, सैनोओ$_३$; पांनोओ$_३$

सैन्धक नोषेत, सैनोओ$_३$—चिलीका शोरा-शोरे को जलमें कई बार घोल कर स्फटिकी करण करनेसे शुद्ध नोषेत प्राप्त हो सकता है। यह जलमें घुलनशील है और नम हवामें रखनेसे पसीजने लगता है। गरम करने पर पहले यह पिघलता है और फिर ओषजन दे देता है—

सै नो ओ$_३$ = सैनो ओ$_२$ + ओ

इसका उपयोग नोषिकाम्लके व्यापार और खादके रूपमें होता है।

सैन्धक नोषित—सै नो ओ$_२$—सैन्धक नोषेत को खूब गरम करनेसे सैन्धक नोषित बनता है। सैन्धक नोषेतमें लोहचूर्ण मिलाकर गरम करनेसे भी यह बन सकता है। लोह ओषजनका एक परमाणु ले लेता है सैन्धकक्षारमें नोषस वाष्पोंके प्रवाहित करनेसे भी यह मिल सकता है।

सैन्धक नोषितका घोल निर्बल अम्लोंके भी डालनेसे (जैसे सिरकाम्ल) विभाजित हो जाता है और भूरी नोषस वाष्पें निकलने लगती हैं।

सैन्धक नोषितके घोलमें पांशुज नैलिदका घोल डाल कर थोड़ा सा नशास्ताका घोल और सिरकाम्ल डाले तो नीला रंग प्रकट होगा। नोषित और अम्लके संसर्गसे प्रक्रियामें नोषसाम्ल, उनो ओ$_२$ बनता है। पांशुज नैलिद अम्लके साथ उदनैलिकाम्ल देता है। नोषसाम्ल और उदनैलिकाम्लके प्रभावसे नैलिन् उत्पन्न होता है जो नशास्ताको नीला कर देता है।

उनो ओ$_२$ + उनै = नै$_२$ + २ नोओ + उ$_२$ ओ)

पांशुज नोषेत, पां नो ओ$_३$—या शोरा—भारत वर्षमे शोरा का व्यापार बड़ा प्रसिद्ध है। पांशुज हरिद और सैन्धक नोषितके गरम सम्पृक्त घोलोंके संसर्गसे भी यह व्यापारिक मात्रामें तैयार होता है। घोलको उबालते हैं। सैन्धक हरिद पृथक हो जाता है, इसे छान कर अलग कर लेते हैं, और घोलमें पांशुजनोषतके रवे बना लिये जाते हैं।

पांह + सैनो ओ$_३$ = सैह + पांनो ओ$_३$

बारूद—गोला बारूद बनानेमें शोराका उपयोग किया जाता है। सैन्धक नोषेत नम वायुमें पसीजने लगता है अतः यह इस कार्य्यके लिये उपयुक्त नहीं शोरा, कोयला, और गन्धक चूर्ण निम्न अनुपातमें अलग अलग बारीक पीस कर मिलाते हैं:—

शोरा पां नो ओ	७५
कोयला	१४
गन्धक	१०
जल	१
	१००

फुलवाड़ी, आतशबाजी आदिमें भी शोरेका उपयोग किया जाता है।

पांशुज नोषित—पां नो ओ$_२$ यह गुणोंमें सैन्धक नोषितके ही समान है, और इसके बनाने की भी विधि वैसी ही है।

पांशुजमूके लवण नीरंग ज्वालामें गरम करनेसे बैजनी रंग की लौ देते हैं, पर सैन्धकमूके लवण सुनहरे रंग की लौ देते हैं। एक परौप्यम् तारको उदहरिकाम्लमें डुबोकर पांशुज या सैन्धक लवणमें

चूर्णके संसर्ग लाकर नीरंग ज्वालामें लाकर भिन्न भिन्न लौओं की परीक्षा की जासकती है। पांशुजम्‌की लौ नीले शीशेमें होकर देखनेसे सैन्धकम्‌ लवणोंकी विद्यमानतामें भी स्पष्ट बैंजनी दिखाई पड़ेगी।

शोणम्‌, लालम्‌, और व्योमम्‌ के गुण भी सैन्धकम्‌ और पांशुजम्‌ के समान हैं।

*

उन्नीसवाँ अध्याय

खटिकम्, स्त्रंशम् और भारम्

(Calcium, Strontium and Barium)



आवर्त्त संविभागके द्वितीय समूहमें क-वंशीय चार तत्त्व हैं—खटिकम्, स्त्रंशम्, भारम् और रश्मिम्। जिस प्रकार प्रथम समूही शोणम्, सैन्धकम्, और पांशुजम् आदिके गुण परस्पर में बहुत मिलते जुलते हैं, इसी प्रकार द्वितीय समूही इन तत्त्वोंके गुण भी आपसमें बहुत मिलते जुलते हैं। इनके परमाणुभार आदि गुण नीचे दिये जाते हैं :—

तत्त्व	संकेत	परमाणुभार	घनत्व	द्रवांक
खटिकम्	ख	४०.५०	१.५५/२९°	७८०°
स्त्रंशम्	स्त	८७.६३	२.५४	९०२°
भारम्	भ	१३७.३७	३.७५	८५०°
रश्मिम्	मि	२२६.०	—	—

स्त्रंशम्का परमाणुभार खटिकम् और भारम्के परमाणुभारोंका औसत है। $\frac{137.37+40.07}{2}$=८८.७२

रश्मिम् अन्य तत्त्वोंकी अपेक्षा अधिक दुष्प्राप्य है। इसके समान बहुमूल्य पदार्थ अन्य कोई नहीं है। एक औंस रश्मिम्का मूल्य उतना ही है जितना १$\frac{1}{8}$ पौंड हीरा, $^{1}/_{8}$ टन पररौप्यम् या ३$\frac{3}{8}$ टन सोनेका मूल्य होता है। यहाँ हम केवल खटिकम्, स्त्रंशम्, और भारम्का ही वर्णन करेंगे।

प्राकृतिक लवण

खटिकम् लवण सैन्धकम् लवणोंकी अपेक्षा भी अधिक विस्तारसे पाये जाते हैं, पत्थरोंमें खटिक शैलेत अनेक रूपमें विद्यमान रहते हैं। दांत और हड्डियोंमें खटिक स्फुरेत होता है। इसके अतिरिक्त संगमरमर, खड़िया मिट्टी आदि में खटिक कर्बनेत होता है।

कुछ मुख्य लवण नीचे दिये जाते हैं।

अरागोनाइट—खकओ$_3$

डोलोमाइट—खम (कओ$_3$)$_2$

जिप्सम्—खगओ$_4$, २उ$_2$ ओ

फ्लोरस्पार—खप्ल$_2$

चूनेका पत्थर—खकओ$_3$

कैलकस्पार—"

एपेटाइट—३ख$_3$ (स्फुओ$_4$)$_2$ + खप्ल$_2$

स्त्रंशम् सं० १८४७ वि० में स्त्रंशियन नामक ग्रामके एक खनिज पदार्थमें पाया गया था। इस ग्राम परही इस तत्त्वका नाम पड़ा है। कर्बनेत, गन्धेत आदि लवणोंके रूपमें यह तत्त्व पाया जाता है। इसके मुख्य प्राकृतिक लवण निम्न हैं :—

स्त्रंशियनाइत—स्तकओ$_3$

सिलस्टाइन—स्तगओ$_4$

भारम् तत्त्व भारीस्पार (हैवीस्पार) में पाया जाता है जिस पर इसका नाम पड़ा है। भारीस्पार भार गन्धेत, भगओ$_4$ होता है। विदेराइट खनिजमें यह भार कर्बनेत, भकओ$_3$ के रूपमें विद्यमान है।

खटिकम्, स्त्रंशम् और भारम् धातु

खटिकम्धातु—कर्बनकी ईंटोंके बने हुए पात्रमें १०० भाग खटिक हरिद और १६.५ भाग फ्लोरस्पारके मिश्रणको ६६०° श पर पिघलाकर विद्युत् विश्लेषण करके खटिकम् धातु तैयार किया जाता है। लोहेका

अंगोद होता है। इस पर खटिकम् धातु जमा हो जाता है। यह चांदीके समान श्वेत पदार्थ है इसका घनत्व आदि ऊपरकी सारिणीमें दिया जा चुका है है। यह घनवर्धनीय है और ओषजनमें तेजी से जल सकता है। गन्धक, हरिन् ओषजन आदिमें भी संयुक्त हो सकता है। जलके संसर्गसे यह धीरे धीरे सैन्धकम्के समान उदौषिदमें परिणत हो जाता है:—

$$ख + २उ_२ओ = ख(ओउ)_२ + उ_२ ओ$$

नोषजनके प्रवाहमें रक्त तप्त करनेसे खटिक नोषिद, $ख_३ नो_२$ बनता है। यह खटिक नोषिद भापके संसर्गसे अमोनिया देने लगता है।

$$ख_३ नो_२ + ६ उ_२ ओ = ३ ख (ओउ)_२ + २नोउ_३$$

रक्त तप्त तापक्रम पर उदजनसे संयुक्त होकर यह खटिक उदिद, ख $उ_२$ देता है।

स्त्रंशम् और भारम् धातु भी खटिकम्के समानहो विद्युत् विश्लेषण द्वारा तैयार किये जाते हैं और इनके गुण भी खटिकम् के समान हैं।

संयोग तुल्यांक—जिस प्रकार सैन्धकम् और पांशुजम् के संयोग तुल्यांक निकाले जाते हैं उसी प्रकार खटिकम् स्त्रंशम् और भारम्के भी। इनके हरिदोंको रजतनोषेत से अवक्षेपित करके रजतहरिद की मात्रा से संयोग तुल्यांक निकाले जाते हैं। खटिक कर्बनेत को उच्च तापक्रम पर खटिक ओषिदमें परिणत करके भी खटिकम्का संयोग तुल्यांक निकाला जा सकता है। इस प्रकार तीनोंके निम्न तुल्यांक प्राप्त हुए हैं:—

खटिकम्	... ...	२०.०३५
स्त्रंशम्	... ...	४३.८१५
भारम्	... ...	६८.६८५

खटिकम् का आपेक्षिकताप ०.१७ है अतः इस कारण परमाणु भार $\frac{६.४}{०.१७}$=३७.६ केलगभग है अर्थात् परमाणुभार संयोग तुल्यांकका दुगुना होना चाहिये। २०.०३५ × २=४०.०७ खटिकम्का परमाणुभार हुआ इस प्रकार खटिकम् द्विशक्तिक है।

भारम्का आपेक्षिक ताप ०.०५ है अर्थात् परमाणुभार $\frac{६.४}{०.०५}$=१२८ के लगभग हुआ। अतः यह भी द्विशक्तिक है और इसका निश्चित परमाणुभार ६८.६८५ × २=१३७.३७ है।

स्त्रंशम् धातुको शुद्ध रूपमें प्राप्त करना कठिन है अतः इसका ठीक ठीक आपेक्षिकताप नहीं ज्ञात हो सकता है। यह गुणोंमें खटिकम् और भारम्के ही समान है अतः अनुमानतः यह कहा जा सकता है कि यह भी द्वि-शक्तिक होगा और इसका परमाणुभार ४३.८१५ × २=८७.६३ होगा

ओषिद और उदौषिद

खटिक ओषिद—खओ—दाहकचूना—चूनेके पत्थर, अर्थात् खटिक कर्बनेत को उच्च तापक्रम तक गरम करनेसे खटिक ओषिद अर्थात् चूना प्राप्त होता है। प्रक्रिया निम्न प्रकार है:—

$$खकओ_३ = खओ + कओ_२$$

इस कामके लिये चूनेकी बड़ी बड़ी भट्ठियां तैयार की जाती हैं जिसमें चूनेके पत्थरके टुकड़े कोयलोंके टुकड़ोंके साथ मिलाकर इस प्रकार सजाये जाते हैं कि वायुके लिये मार्ग बना रहता है। कोयलेमें आग लगादी जाती है। कर्बन द्वि-ओषिद और अन्य वाष्पें निकल भागती हैं। इस प्रकार चूनेके पत्थरको जलाकर चूना तैयार किया जाता है।

यदि यही प्रक्रिया किसी निश्चित तापक्रमपर बन्द भट्टीमें की जाय अर्थात् प्रक्रियामें जनित कर्बन द्वि-ओषिद भगा न दिया जाय तो पत्थर पूर्ण रूपसे चूनेमें परिणत नहीं हो सकता है। यह प्रक्रिया विपर्ययित हो जाती है:—

$\text{कओ}_2 + \text{खओ} \rightleftharpoons \text{खकओ}_3$

अर्थात् प्रक्रियामें जनित कर्बनद्वि-ओषिद खटिक ओषिदपर प्रभाव डालता है और फिर खटिक कर्बनेत बन जाता है।

दाहक चूना श्वेत चूर्ण है जो केवल विद्युत्-भट्टीमें ही पिघलाया जा सकता है। पानीके संसर्गसे यह बुझे हुए चूने अर्थात् खटिक उदौषिद ख (ओउ)$_2$ में परिणत हो जाता है :—

$\text{खओ} + \text{उ}_2\text{ओ} = \text{ख}(\text{ओउ})_2$

इस प्रक्रियामें काफ़ी गरमी निकलती है। इस उदौषिदको जलके साथ हिलानेसे दूधिया घोल प्राप्त होता है जिसे दूधिया चूना कहते हैं। चूनेके पानीमें कर्बनद्विओषिद प्रवाहित करनेसे यह अनघुल खटिक कर्बनेतमें परिणत हो जाता है बुझे हुए चूने को पानीके साथ सानकर मकानोंके बनाने योग्य मजबूत चूना प्राप्त होता है। यह वायुमंडलसे कर्बनद्विओषिद अभिशोषित करके कड़ा हो जाता है और ईंटें एक दूसरेसे जमकर जुड़ जाती हैं।

बुझा हुआ चूना गरम पानी की अपेक्षा ठंडे जलमें अधिक घुलनशील है। इस घोलको चूनेका पानी कहते हैं। यदि खटिक हरिद, ख ह$_2$, के तीव्रघोलमें दहकाक्षार सै ओ उ, का घोल डाला जाय तो खटिक उदोषिद, ख (ओ उ)$_2$ अवक्षेपित हो जायगा क्योंकि यह उदौषिद जलमें अधिक घुलनशील नहीं है।

$\text{खह}_2 + 2\,\text{सैओउ} = 2\,\text{सैह} + \text{ख}(\text{ओउ})_2$

स्त्रंश और भारओषिद, स्त्र ओ, भ ओ— स्त्रंश कर्बनेत और भारकर्बनेत खटिक कर्बनेतकी अपेक्षा अधिक स्थायी हैं, और गरम करने पर भारकर्बनेत तो रक्ततप्त—तापक्रम पर भी विभाजित नहीं होता है और स्त्रंशकर्बनेत केवल उच्चतापक्रमों पर ही थोड़ा सा विभाजित हो जाता है। भारकर्बनेतके कोयलेके साथमिलाकर रक्ततप्त करके जलवाष्प प्रवाहित करनेसे भार उदौषिद अवश्य मिल सकता है:—

$\text{भकओ}_3 + \text{क} + \text{उ}_2\text{ओ} = \text{भ}(\text{ओउ})_2 + 2\,\text{कओ}$

भारनोषेनको गरम करके भारओषिद बनाया जाता है और स्त्रंशनोषेनको गरम करके स्त्रंशओषिद बनता है—

$\text{भ}(\text{नोओ}_3)_2 = \text{भओ} + \text{नो}_2\text{ओ}_4$

जलके संसर्गसे ये ओषिद उदौषिदमें परिणत हो हो जाते हैं:—

$\text{भओ} + \text{उ}_2\text{ओ} = \text{भ}(\text{ओउ})_2$

$\text{स्त्रओ} + \text{उ}_2\text{ओ} = \text{स्त्र}(\text{ओउ})_2$

ये उदौषिद भी तीव्रक्षार होते हैं।

भारओषिद, भओ और स्त्रंशओषिद, स्त्रओ को ओषजनके प्रवाहमें गरम करनेसे भारपरौषिद, भओ$_2$ और स्त्रंशपरौषिद स्त्रओ$_2$ प्राप्त होता है। भारपरौषिद को और अधिक गरम करनेसे यह भारओषिदमें फिर परिणत हो जाता है।

$2\,\text{भओ} + \text{ओ}_2 = 2\,\text{भओ}_2$

कर्बनेत

यह कहा जा चुका है खटिक कर्बनेत चूनेके पत्थर, खड़िया संगमरमर आदिके रूपमें पाया जाता है। अरागोनाइट, कैलकस्पार आदि इसके प्राकृतिक खनिज हैं। इन सबका रासायनिक रूप तो एक ही है पर इनके रवे पृथक् पृथक् आकार के होते हैं। कैलकस्पार सबसे अधिक शुद्ध षड् तलीय पारदर्शक रवों वाला होता है। खड़िया मिट्टी कुछ छोटे सामुद्रिक जीवोंके शरीरका भग्नावशेष भाग है ये जीवसामुद्रिक जलमें घुले हुए खटिक कर्बनेत परनिर्भर रहते हैं और उससे अपनी हड्डियोंका निर्माण करते हैं। मर जानेके पश्चात् यह अस्थिपिंजर हो इतना सचित हो जाता है कि खड़िया मिट्टीके ढेर के ढेर बन जाते हैं। खड़िया मिट्टी छिद्रदार पदार्थ है। चूनेके पत्थर पर ही अधिक दबाव और ताप पड़नेके कारण कदाचित् संगमरमर बन जाता है।

खटिक कर्बनेत जल में बहुत ही कम घुलनशील है पर जलमें कर्बनद्विओषिद घुला हो तो यह

आसानीसे घुल जाता है। प्रक्रियामें सम्भवतः खटिक-अर्धकर्बनेत ख (उकओ$_3$)$_2$ बन जाता है—

खकओ$_3$ + उ$_2$ओ + कओ$_2$=ख(उकओ$_3$)$_2$

जलकी अस्थायी कठोरताका भी यही कारण है जैसा कि पानीका वर्णन करते समय लिखा जा चुका है।

स्रंशनाइतके रूपमें स्रंशकर्बनेत, स्रकओ$_3$ मिलता है और विदेराइटके रूपमें भार कर्बनेत। इनके गुण खटिक कर्बनेतके समान हैं। ये भी जलमें अनघुल हैं।

खटिक, स्रंश, और भार-हरिद

खटिकहरिद—ख ह$_2$—खटिक कर्बनेतको उदहरिकाम्लमें डालनेसे कर्बनद्विओषिद गैस निकलने लगती है और खटिक हरिद बन जाता है। घोलको वाष्पीभूत करके सुखाते हैं और फिर उच्च तापक्रम पर पिघलाते हैं इस प्रकार अनार्द्र खटिक हरिद मिल जाता है:—

खकओ$_3$ + २उह=खह$_2$ + उ$_2$ओ + कओ$_2$

खटिक हरिद शीघ्रही जल सोख लेता है और हवामें खुला रखनेसे पसीजने लगता है। इस गुणके कारण यह नम गैसोंके सुखाने के काममें आता है अमोनियाको इसकी सहायतासे शुष्क नहीं कर सकते हैं क्योंकि अमोनिया इससे संयुक्त होकर [खह$_2$८नोउ$_3$] नमक अस्थायी यौगिक देता है। जलमें घुलनेसे अधिक ताप जनित होता है और घोल गरम हो जाता है। इसके वाष्पीभूत होने पर [खह$_2$६उ$_2$ओ] के रवे पृथक होने लगते है।

रङ्ग विनाशक चूर्ण—खटिक ओष हरिद, ख ओ ह$_2$—इसका उल्लेख हरिन्का वर्णन करते समय किया जा चुका है। हरिन्को बुझे हुए चूने पर प्रवाहित करनेसे यह बन जाता है।

ख (ओ उ)$_2$ + ह$_2$=खओ ह$_2$ + उ$_2$ ओ

इस कामके लिये हरिन् दो विधियोंसे प्राप्त किया जा सकता है—(१) वैल्डन विधि, (२) डीकन विधि।

वैल्डन विधि—इस विधिमें मांगनीज द्विओषिद पर उदहरिकाम्लका प्रभाव डाला जाता है, प्रक्रियामें हरिन् गैस बनती है :—

मा ओ$_2$ + ४उह=माह$_2$ + २उ$_2$ओ + ह$_2$

[प्रक्रियामें जनित मांगनीज हरिद फिर द्विओषिदमें परिणत कर लिया जाता है। घोलके अम्लको पहले खटिक कर्बनेत डालकर शिथिल कर लेते हैं और फिर दूधिया चूना अधिक मात्रामें डालते हैं। इस प्रकार मांगनस उदौषिद अवक्षेपित हो जाता है।

माह$_2$ + ख (ओ उ)$_2$=मा (ओ उ)$_2$ + खह$_2$

उदौषिदको बेलनाकार ओषदकारक पात्रमें भाप द्वारा धीरे धीरे गरम करते हैं और इसमें वायु प्रवाहित करते हैं। ओषदीकरण होकर इस प्रकार मांगनीजद्विओषिद बन जाता है जो फिर हरिन् बनाने के काममें आ सकता है—

मा (ओ उ)$_2$ + ओ=मा ओ$_2$ + उ$_2$ ओ

इस प्रकार अधिक मांगनीज द्विओषिदका व्यय नहीं होता है]

डीकन विधि—यह कहा जा चुका है कि नमक पर गन्धकाम्लका प्रभाव डालनेसे उदहरिदकाम्ल गैस बनती है। इसे वायुमें मिला कर ढलवां लोहेके गरम बेलनोंमें जिनमें ताम्रिकहरिद, ताह$_2$, से मिश्रित ईंटोंके टुकड़े भरे होते हैं, प्रवाहित करते हैं। इस प्रकार उदहरिकाम्लका ओषदीकरण हो जाता है।

४उह + ओ$_2$ =२उ ओ + २ ह$_2$

यह प्रक्रिया ताम्रिक हरिदकी विद्यमानतामें थोड़ा ही गरम करनेसे हो जाती है। ताम्रिक हरिद उसी प्रकारका उत्प्रेरक है जैसे पांशुज हरेतसे ओषजन बनानेमें मांगनीज द्विओषिद होता है।

इस प्रकार किसी विधिसे हरिन् गैस बनाई जाती है। सीसा धातुके बने हुए बड़े बड़े कमरोंमें तीन चार इंच मोटी बुझे हुए चूनेकी तह बिछी रहती है। कमरेको हरिन् गैससे पूर्णतः भर दिया जाता है, और फिर इसे २४ घंटेके लगभग बन्द रखते हैं। आवश्यकता पड़ने पर बीच बीचमें और

हरिन् प्रविष्ट करते हैं। बुझा हुआ चूना इस प्रकार हरिन्से संपृक्त कर लिया जाता है। इस प्रकार रंग-विनाशकचूर्ण तैयार हो जाता है।

स्त्रंश और भार-हरिद,-स्त ह$_2$, ६ उ$_2$ ओ, भ ह$_2$ २उ$_2$ ओ—स्त्रंशकर्बनेत अथवा भारकर्बनेत को उदहरिकाम्लमें घोलनेसे खटिक हरिदके समान स्त्रंशहरिद और भारहरिद प्राप्त होते हैं। खटिक हरिदमें पसीजनेके गुण होते हैं अर्थात् वायुसे यह जलको सोख लेता है पर स्त्रंशहरिदमें नोना लगजाता है (पुष्पण) अर्थात् खुला रखने पर यह अपने स्फटिकीकरणके जलाणुओंको पृथक् कर देता है। भारहरिद न तो पसीजता ही है और न इसमें नोना ही लगता है। खटिक हरिद और भारहरिद जलमें भली प्रकार घुलनशील है पर स्त्रंशहरिद इनकी अपेक्षा कम घुलनशील है। स्त्रंशहरिद निरपेक्ष मद्यमें घुलनशील है पर भारहरिद इसमें अघुल है।

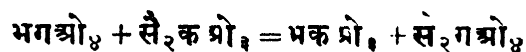
खटिक, स्त्रंश और भार-गन्धेत

खटिक गन्धेत—ख ग ओ$_4$–जिप्सम, सैलेनाइट आदि खनिजोंके रूपमें खटिक गन्धेत प्राप्त होता है। जिप्सम्, ख ग ओ$_4$ २उ$_2$ओ, जलमें बहुत कम घुलनशील है (१०० भाग जलमें ०·२१ भाग), यह बुझे हुए चूनेके समान गरम जलकी अपेक्षा ठंडे जलमें अधिक घुलनशील है। किसी घुलनशील खटिक लवणमें किसी लवण-गन्धेतके घोलको डालनेसे खटिक गन्धेतका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। यह निर्बल अम्लोंमें भी घुलनशील है।

जिप्समको गरम करके इसके स्फटिकीकरणके ३/४ जलको उड़ादेनेसे 'पेरिस का प्लास्टर' (Plaster of paris) नामक एक पदार्थ मिलता है। इस प्लास्टरमें थोड़ासा जल मिलाकर यदि रख दिया जाय तो थोड़ी देरमें यह कड़ा ठोस पदार्थ हो जाता है। इस गुणके कारण इसका उपयोग वस्तुओंको जोड़नेमें सीमेण्टके समान किया जाता है। इसके ठोस हो जानेका कारण यह है कि यह पेरिस प्लास्टर फिर जलाणु ग्रहण करके जिप्सममें परिणत हो जाता है।

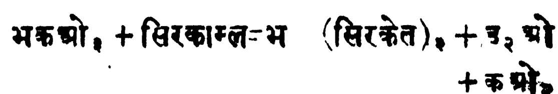
स्त्रंश गन्धेत—स्त ग ओ$_4$ सिलेस्टाइन खनिजके रूपमें यह प्राप्त होता है। यह जलमें खटिक गन्धेतसे भी कम घुलनशील है। (१०० भागमें ० १ भाग) अतः किसी घुलनशील स्त्रंश-लवणमें किसी लवण-गन्धेतके घोलको डालकर यह पूर्णतः अवक्षेपित किया जा सकता है। सैन्धक कर्बनेतके साथ पिघलानेसे अथवा इसके घोलके साथ उबालनेसे स्त्रंश गन्धेत स्त्रंश कर्बनेतमें परिणत हो जाता है।

भार गन्धेत भ ग ओ$_4$-भारी स्पार इसका खनिज है। यह जल, उदहरिकाम्ल, नोषिकाम्ल आदि रसोंमें अनघुल है। भारीस्पारसे ही भारमके अन्य लवण बनाये जाते हैं। अनघुल भार गन्धेतको घुलनशील लवणोंमें परिणत करनेके लिये इसे सैन्धक कर्बनेत की अधिक मात्राके साथ गलाते हैं। इस प्रकार भार गन्धेत भार कर्बनेतमें परिणत हो जाता है:—


भगओ$_4$ + सै$_2$कओ$_3$ = भकओ$_3$ + सै$_2$गओ$_4$

इस प्रक्रियाके लिये यह आवश्यक है कि भार-गन्धेत बहुत महीन पिसा हो और सैन्धक-कर्बनेतकी बहुत अधिक मात्राके साथ इसे गलाया जाय। यदि सैन्धक कर्बनेतमें उतनाही पांशुजकर्बनेत मिलाकर भार गन्धेतके साथ गलाया जाय तो यह प्रक्रिया और भी सरलतासे पूर्णतः हो जायगी। अनघुल लवणोंको घुलनशील लवणोंमें परिवर्त्तित करनेकी यह बहुतही सामान्य विधि है और इसका उपयोग बहुत किया जाता है। अस्तु, सैन्धक और पांशुज कर्बनेतके मिश्रणके साथ भार गन्धेतको गलाते हैं और गले हुए पदार्थको पानीके साथ उबालते हैं। इस प्रकार घुलनशील क्षार गन्धेत और अवशिष्ट सैन्धक-पांशुज कर्बनेत को अलग कर लेते हैं। अनघुल भार कर्बनेत रह जाता है। जिसमें भिन्न भिन्न अम्ल डालकर भिन्न भिन्न लवण बनाये जा सकते हैं।


भकओ$_3$ + २उह = भह$_2$ + उ$_2$ओ + कओ$_2$


भकओ$_3$ + सिरकाम्ल = भ (सिरकेत)$_2$ + उ$_2$ओ + कओ$_2$

कर्बन चूर्णके साथ भार गन्धेतको गरम करनेसे भारगन्धिद, भग, बनता है। सफेद वर्निशके बनानेमें भार गन्धेतका उपयोग किया जाता है।

खटिक, स्त्रंश, और भार-नोषेत

खटिक नोषेत—ख (नोओ$_3$)$_2$ खटिक कर्बनेतको नोषिकाम्लके साथ प्रभावित करके वाष्पीभूत करनेसे खटिक नोषेत प्राप्त होता है। इसमें पसीजनेका गुण है। यह निरपेक्ष मद्यमें अनघुल है। इसे गरम करनेसे खटिक ओषिद अर्थात् चूना मिलता है। आज कल खादकी शक्तिको बढ़ाने के लिये इसका उपयोग किया जाता है।

स्त्रंशनोषेत और भार नोषेतभी तत्सम्बन्धी कर्बनेतोंपर नोषिकाम्ल द्वारा प्रक्रिया करके बनाये जा सकते हैं। स्त्रंश नोषेतमें नोना लग जाता है। इसमें स्फटिकीकरण के ४ जलाणु हैं। यह निरपेक्ष मद्यमें अनघुल है। फुलझड़ियोंमें इसका उपयोग किया जाता है क्योंकि यह ज्वालाको यह चमकदार लाल रंग देता है। भारनोषेत ज्वालाको हरा रंग देता है अतः आतशबाजीमें इसका भी उपयोग किया जाता है। यह निरपेक्ष मद्यमें अनघुल है। भारहरिद और सैन्धक नोषेतके गरम घोलोंको मिलाकर ठंडा करने पर भारनोषेतके रवे प्राप्त होते हैं।

भह$_2$ + २सै नोओ$_3$ = भ (नोओ$_3$)$_2$ + २सैह

खटिकम्‌के अन्य लवण

खटिक गन्धिद—खग—खटिक गन्धेतको कर्बन चूर्णके साथ गरम करनेसे खटिक गन्धिद प्राप्त होता है—

खगओ$_4$ + ४क = खग + ४कओ

यह श्वेत पदार्थ है रोशनीमें थोड़ी देर रख कर यदि इसे अंधेरेमें ले जायं तो वहाँ इसमेंसे हरी दीप्ति निकलती दिखाई पड़ेगी।

खटिक स्फुरेत—खटिक स्फुरेत तीन प्रकारके होते हैं क्योंकि स्फुरिकाम्ल उ$_3$ स्फुओ त्रिभस्मिक है। सामान्य और एक उदजन स्फुरेत जलमें अनघुल हैं पर द्विउदजन स्फुरेत ख (उ$_2$स्फुओ$_4$)$_2$ घुलनशील है।

सामान्य खटिक स्फुरेत ख$_3$ (स्फुओ$_4$)$_2$ यह हड्डियोंमें पाया जाता है। यह जलमें अनघुल है पर यदि जलमें नमक अमोनियम हरिद घुला हो तो यह घुल जाता है। जली हुई हड्डियोंको गन्धकाम्ल द्वारा प्रभावित करनेसे खटिक द्विउदजन स्फुरेत प्राप्त होता है—

ख$_3$ (स्फुओ$_4$)$_2$ + २उ$_2$ग ओ$_4$

= ख उ$_4$ (स्फुओ$_4$)$_2$ + २ख ग ओ$_4$

इसका उपयोग खादके रूपमें किया जाता है।

खटिक कर्बिद—ख क$_2$—चूने या चूनेके पत्थरको कोक या एन्थ्रेसाइट कोयलेके साथ विद्युत् भट्टीमें गरम करके खटिक कर्बिद तैयार किया जाता है—

ख ओ + ३क = ख क$_2$ + क ओ

इसका उपयोग सिरकीलिन गैसके बनानेमें बहुत किया जाता है। जलके संसर्गसे यह निम्न प्रकार सिरकीलिन, क$_2$ उ$_2$, देता है—

ख क$_2$ + २उ$_2$ ओ = ख (ओ उ)$_2$ + क$_2$ उ$_2$

खटिक श्यामिद, ख क नो$_2$—खटिक कर्बिदको नोषजनमें गरम करनेसे जोरोंकी प्रक्रिया होती है और खटिक श्यामिद बन जाता है—

ख क$_2$ + नो$_2$ = ख क नो$_2$ + क

इसका भी खादमें उपयोग किया जाता है। यह भूमिमें जलके संसर्गसे अमोनिया देता है जिसका उपयोग वृक्ष-पौधे करते हैं।

ख क नो$_2$ + ३उ$_2$ ओ = ख क ओ$_3$ + २नो उ$_3$

खटिक काष्ठेत—ख क$_2$ ओ$_4$ खटिक लवणोंमें यह सबसे अधिक अनघुल पदार्थ है। किसी घुलनशील खटिक लवणमें अमोनियम-काष्ठेतका घोल डालनेसे खटिक काष्ठेतका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता। यह नोषिकाम्ल, उदहरिकाम्ल आदि प्रबल अम्लोंमें घुलनशील है पर सिरकाम्लके समान निर्बल अम्लोंमें अनघुल है। गरम करनेसे यह खटिक कर्बनेतमें परिणत हो जाता है, जिसे और अधिक उच्चतापक्रम पर गरम करनेसे खटिक ओषिद, या चूना प्राप्त होता है—

ख क$_2$ ओ$_4$ = ख क ओ$_3$ + क ओ

ख क ओ$_3$ = ख ओ + क ओ$_2$

ज्वालाओंका रङ्ग

खटिकम्के यौगिक उदहरिकाम्ल द्वारा नम करनेके पश्चात् पररौप्यमके तार पर यदि ज्वालामें गरम किये जायं तो गेरुआ रंग की ज्वाला देते हैं। स्त्रंशके यौगिक चमकदार लाल ज्वाला देते हैं और भारम्के यौगिक सेबके रंगकी हरी ज्वाला देते हैं।

तीनोंके मिश्रणकी पहिचान

यदि किसी मिश्रणमें खटिकम् भारम् और स्त्रंशम् तीनोंके यौगिकोंके होनेकी सम्भावना हो तो उनकी परीक्षा इस प्रकारकी जा सकती है –

मिश्रणमें से पहले अनघुल हरिद और गन्धिद अलग कर लो और फिर इसमें अमोनियम कर्बनेतका घोल डालो। इस प्रकार खटिक, स्त्रंश-और भार-तीनोंके कर्बनेतो का अवक्षेप प्राप्त होगा। इस अवक्षेप को छान लो और फिर इसमें हलका गरम सिरकाम्ल डालकर कर्बनेतोंका घोल लो। घोलमें पांशुज द्विरागेत डालो ऐसा करनेसे भाररागेतका पीला अवक्षेप प्राप्त होगा। निम्न सारिणीके अनुसार परीक्षा करो।

अवक्षेप—पीला भारम्—विद्यमान। पररौप्यम् तार द्वारा यह हरी ज्वाला देगी। पीले अवक्षेपको उद्में घोलो और $उ_2$ गन्धो$_4$ डालो तो अनघुल भगन्धो$_4$ का अवक्षेप मिलेगा।	घोल—इसमें अमोनियम गन्धेत डालकर गरम करो और घोलको दस मिनट रखो।	
	अवक्षेपः श्वेत स्त्रंशम्—विद्यमान। पररौप्यम् तार द्वारा यह चमकदार लाल ज्वाला देगा।	घोलः इसमें अमोनियम् काष्ठेत डालो यदि श्वेत अवक्षेप आवे तो खटिकम्की विद्यमानता समझनी चाहिये।

इस प्रकार तीनोंकी परीक्षाकी जा सकती है।

बीसवां अध्याय

ताम्रम्, रजतम् और स्वर्णम्

(Copper, Silver and Gold)



त दो अध्यायोंमें प्रथम और द्वितीय समूहके क-वंशीय तत्वोंका वर्णन दिया जा चुका है। अब हम इन दोनों समूहोंके ख-वंशीय तत्वोंका विवरण देंगे। प्रथम समूहके ख वंशमें ताम्रम्, रजतम् और स्वर्णम् तीन तत्व मुख्य हैं तांबा, चांदी और सोना ये तीनों धातुएँ अति प्राचीनकालसे बड़े महत्वकी मानी जाती रही हैं। भिन्न भिन्न प्रकारके आभूषणोंमें उपयोग होनेसे ये अति मूल्यवान समझी जाती हैं। तीनों धातुओंके कुछ भौतिक गुण नीचेकी सारिणीमें दिये जाते हैं।

तत्व	संकेत	परमाणुभार	घनत्व	द्रवांक	क्वथनांक	आपेक्षिक ताप
ताम्रम्	ता	६३·५७	८·९३	१०८४°	२३१०°	०·०९३६
रजतम्	र	१०७·८८	१०·५	९६२°	१९५५°	०·०५६
स्वर्णम्	स्व	१९७·२	१९·३२	१०६३	२५३०°	०·०३०३

इस सारिणीके देखनेसे पता चलता है कि तत्वोंका परमाणुभार ज्यों-ज्यों बढ़ता जाता है उनका घनत्व भी बढ़ता है पर आपेक्षिकताप क्रमशः कम होता जाता है। द्रवांक और क्वथनांकोंमें इस प्रकारका कोई नियम नहीं है। इन तीनों तत्वोंमें स्वर्णम् सबसे अधिक स्थायी तत्व है और ताम्रम् सबसे कम अर्थात् बाह्य परिस्थितियों तथा अम्ल, आदि रसोंका प्रभाव स्वर्णम् पर बहुत कम होता है और रजतम् पर कुछ अधिक पर ताम्रम् पर सबसे अधिक। पर तीनों ही तत्व क-वंशीय सैन्धक, पांशुजम् आदिकी अपेक्षा अधिक स्थायी हैं।

प्राकृतिक लवण

ताम्रम् प्रकृतिमें निम्न खनिजोंमें संयुक्त पाया जाता है:—

(१) ताम्र पाइराइटीज—ता लो ग$_2$

(२) मेलेकाइट—ता क ओ$_3$, ता (ओउ)$_2$

(३) ताम्र ग्लान्स—त$_2$ग

इनमें ताम्रपाइराइटीज सबसे अधिक विस्तारसे पाया जाता है और इसी खनिजसे बहुधा तांबा निकाला जाता है।

रजतम् कभी कभी स्वतंत्र तत्वावस्थामें भी मिलता है पर बहुधा यह गन्धक, आञ्जनम्, हरिम्

आदिसे संयुक्त मिलता है। इसके मुख्य खनिज निम्न हैं:—

(१) रजत ग्लान्स—र₂ ग—रजत गन्धिद

(२) पाइरार्जिराइट—र₃ आ ग₃—रजत-गन्धक आंजनित

(३) हार्नसिलवर—र ह—रजत हरिद

स्वर्णम् बहुधा तात्विक अवस्थामें ही स्वतंत्र पाया जाता है। कभी कभी चांदी और तांबाके साथ मिला हुआ भी मिलता है। क्वार्ट्जकी बड़ी बड़ी चट्टानोंमें स्वर्णम्‌के कुछ कण कभी कभी विद्यमान रहते हैं (सत्तर हजार भाग क्वार्ट्जमें लगभग १ भाग ही सोना बहुधा होता है)। इन चट्टानोंके चूर्ण चूर्ण होने पर बालूमें भी स्वर्णके कण पाये जाते हैं। इनमेंसे सोना पृथक् करनेकी विधि नीचे दी जावेगी।

खनिजोंसे धातु-उपलब्धि

ताम्रम्

ताम्रधातु उपलब्ध करनेके लिये बहुधा ताम्र पाइराइटीजका उपयोग किया जाता है जो ताम्र-लोह-गन्धिद, ता लो ग₂, है। इसमें दस्तम्, सीसम् आदिके गन्धिदोंकी अशुद्धियां भी मिली रहती हैं। पहले इस खनिजको भूँजा (roast) जाता है अर्थात् वायुके प्रवाहमें गरम किया जाता है। ऐसा करनेसे ताम्रकी अपेक्षा अन्य धातुएँ अधिक शीघ्र ओषदी-कृत हो जाती हैं। मिश्रण पर थोड़ी सी वायु प्रवाहित करते हैं, और फिर गरम करनेसे अन्य धातुओंके ओषिद बन जाते हैं पर ताम्र इस अवस्थामें भी ताम्र-गन्धिदके रूपमें ही रहता है।

इस प्रकार भूँजनेसे ताम्रगन्धिद और अन्य धातुओंके ओषिदोंका मिश्रण प्राप्त होता है। इन ओषिदोंको ताम्रगन्धिदसे पृथक् करनेके लिये मिश्रणमें बालू या अन्य शैलजन पदार्थ मिलाते हैं और गरम करके इसे पिघलाते हैं। ऐसा करनेसे ओषिद शैलेतोंमें परिणत हो जाते हैं और ये शैलेत ताम्र-गन्धिदकी अपेक्षा शीघ्र पिघल जाते हैं—

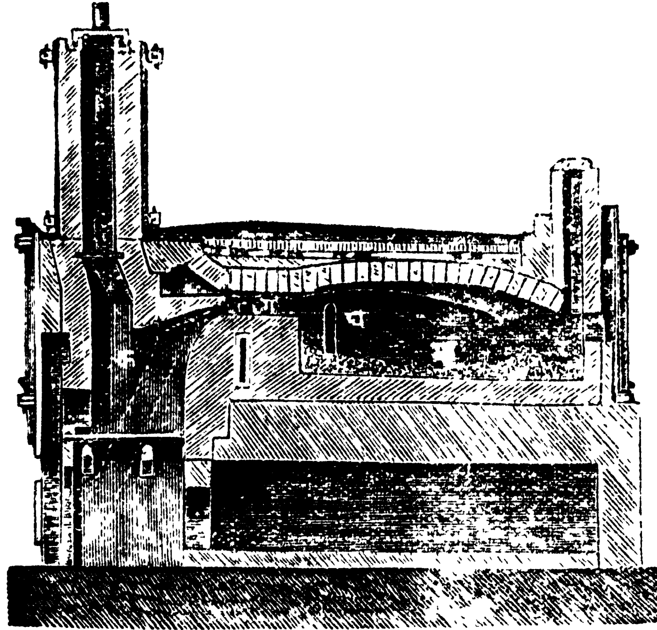
लो ओ + शै ओ₂ = लो शै ओ₃
लोह शैलेत

पिघले हुए धातु शैलेत ताम्र गन्धिदके ऊपर तैरने लगते हैं अतः इनकी सतहको आसानीसे पृथक् कर लिया जाता है।

इस प्रकार जो ताम्रगन्धिद मिलता है उसमें अब भी बहुतसा लोहा मिला रहता है। मूल खनिज-में १०—२० प्रतिशत तांबा था पर इस प्रकार भूंजने और पिघलाने (Smelting) के पश्चात् तांबेकी मात्रा ३०—४० प्रतिशत हो जाती है। इस प्रकार प्राप्त पदार्थको कच्ची धातु (Coarse metal) कहते हैं।

इस कच्ची धातुको फिर भूंजा जाता है अर्थात् वायु प्रवाहमें इसे गरम करते हैं। ऐसा करनेसे लोहा ओषिदमें परिणत हो जाता है और ताम्रगन्धिद वैसेका वैसाही बना रहता है। बालू अर्थात् शैल-ओषिद मिला कर इसे फिर पिघलाते हैं। और पिघले हुए लोह शैलेतकी ऊपर तहको पृथक् कर लेते हैं। यह मुख्यतः ताम्रगन्धिद, ता₂ ग है। इसमें लोह आदिकी कुछ अशुद्धियां अबभी रहही जाती हैं।

अब इस श्वेत धातुको वायुके मन्द प्रवाहमें क्षेपण भट्टी (reverberatory furnace) में भूंजते हैं (चित्र देखो) इस भट्टीमें श्वेत धातुको सीधी आग नहीं लगती है। गैसकी ज्वालायें एक स्थान कापर प्रदीप्त होती हैं और वहांसे भट्टीकी डाट (arcs) द्वारा श्वेत धातुके ऊपर प्रतिबिम्बितकी जाती हैं। भट्टीमें वायु प्रवेशके लिये विशेष छेद ग, घ, बने रहते हैं। यहां ताम्रगन्धिद निम्न प्रक्रियाके अनुसार कुछ तो ताम्र ओषिद में परिणत हो जाता है:—



$$ता_2 ग + ३ओ = ता_2 ओ + गओ_2$$

पर बहुत कुछ ताम्रधातुमें ही परिवर्तित हो जाता है।

$$ता_2 ग + ओ_2 = २ ता + गओ_2$$

ताम्रओषिद भी ताम्रगन्धिदके संसर्गसे ताम्रम् देता है।

$$ता_2 ग + २ता_2 ओ = ६ ता + ग ओ_2$$

पिघले हुए ताम्र-धातुमें गन्धकद्विओषिद गैस निकलनेके कारण बहुतसे छेद हो जाते हैं। इस प्रकार प्राप्त धातुको छेदीला तांबा कहते हैं।

छेदीले तांबेको फिर पिघलाते हैं और वायुके संसर्गमें लाते हैं। ऐसा करनेसे जो कुछ भी अन्य धातुओंकी अशुद्धियां होंगी वे फिर ओषदीकृत हो जांयगी और उनकी तह पिघले तांबे पर तैरने लगेगी जिसे आसानीसे पृथक कर लिया जा सकता है।

इस प्रक्रियामें थोड़ा सा तांबा ताम्रओषिदमें परिणत हो जाता है, जिसके रह जानेके कारण तांबेके भंजनशील होनेकी संभावना है। अतः पिघली हुई धातुको हरी (ताजी) लकड़ीके डंडेसे टारते हैं। लकड़ीसे निकली हुई गैसें ताम्रओषिदका अवकरण कर देंगी और शुद्ध तांबा मिल जायगा।

इस प्रकार ताम्र खनिजसे शुद्ध धातु प्राप्त करनेके लिये निम्न उपाय काममें लाये जाते हैं।

१—(क) कच्चीधातु प्राप्त करनेके लिये भूँजना
(ख) कच्चीधातु प्राप्त करनेके लिये पिघलाना
२—(क) श्वेत धातु प्राप्त करनेके लिये भूँजना
(ख) श्वेत धातु प्राप्त करनेके लिये पिघलाना
३—छेदीला तांबा बनानेके लिये भूँजना
४—शुद्ध करना।

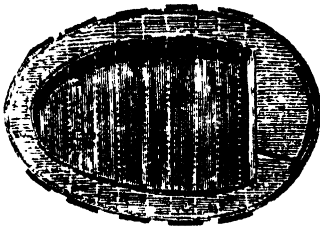
घोल-विधि—इस विधिमें खनिज पदार्थको साधारण नमकके साथ गरम करते हैं। ताम्रम् ताम्र-हरिदमें परिणत हो जाता है जिसे पानीसे धोकर घोल बना लेते हैं। इस घोलमें लोह धातुको डालते हैं। ऐसा करनेसे ताम्रम् अवक्षेपित हो जाता है जिसे पिघला कर शुद्ध कर लेते हैं:—

$$ताह_2 + लो = लोह_2 + ता$$

चांदी (रजतम्)

खनिजोंसे चांदी प्राप्त करनेकी मुख्यतः चार विधियां हैं।

(१) प्याली-विधि (Cupellation)—इस विधिमें रजत-खनिजको सीस खनिजके साथ पिघलाते हैं। इस प्रकार रजतम् और सीसम्का धातु संकर (alloy) बन जाता है। रजत-सीस संकरको हड्डीकी राख द्वारा बनाई गई विशेष प्यालियोंमें (चित्र देखो) रखकर गरम करते हैं और मिश्रण

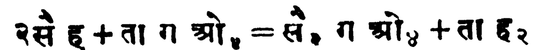


परसे वायु प्रवाहित करते हैं। रजत धातु ओषजनसे संयुक्त नहीं होती है पर सीसम्का सीस ओषिद बन जाता है। गरमी पाकर यह गल जाता है। गला हुआ सीस ओषिद कुछ तो हवाके प्रवाहसे उड़ा दिया जाता है और शेष हड्डीकी राखकी बनी हुई प्यालीके छेदोंमें सोख लिया जाता है। शुद्ध चमकदार चांदी प्यालीमें शेष रह जाती है।

(२) पर्कस विधि—पिघला हुआ सीसा केवल १·६ प्रतिशत दस्तम्को घुला सकता है और पिघला हुआ दस्ता १·२ प्रतिशत सीसाको ही। पर रजतम् दस्तम्में भली प्रकार घुलनशील है। अतः यदि सीस-रजत संकरको पिघलाकर उसमें पिघला हुआ दस्ता छोड़ा जाय तो दस्तम्में रजतम् घुल जायगा और दस्त-रजत संकर पिघले हुए सीसे पर तैरने लगेगा। ठंडा होकर यह ठोस हो जायगा। इसकी तहको अलग कर लिया जाता है। और फिर इसे कर्बनके साथ भभकेमें जोरोंसे गरम करते हैं। दस्तम स्रवित हो जाता है और रजतम् भभकेमें रह जाता है। इसे फिर स्वच्छ कर लेते हैं।

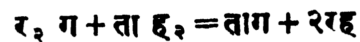
(३) पैटिन्सनकी विधि—इस विधिका तात्पर्य्य यह है कि जब रजत सीस संकर खनिजको पिघला कर धीरे धीरे ठंडा करेंगे तो सीसम्के रवे पहले पृथक् होने लगते हैं। इन रवोंको पृथक् कर लिया जाता है। इस प्रकार धातु-संकरमें सीसम्की प्रतिशत मात्रा कम होती जाती है और रजतम्की प्रतिशत मात्रा बढ़ती जाती है। धीरे धीरे एक विन्दु पर रजत् और सीस दोनोंके रवे साथ साथ पृथक् होंगे। इस प्रकार सीसम्की मात्रा कम करके प्याली-विधिका उपयोग किया जाता है। अर्थात् पिघले हुए धातु संकर पर वायु या भाप प्रवाहित की जाती है। इस प्रकार २/३ सीसा और पृथक् हो जाता है। इस विधिको कई बार दोहराते हैं और अन्तमें शुद्ध चांदी मिल जाती है।

(४) पारद-मिश्रण विधि—मैक्सिकोमें इस विधिका बहुत उपयोग किया जाता है क्योंकि वहां ईंधनकी कमी है। चांदीके खनिज (रजतगन्धिद) को चक्कीमें अच्छी तरह पीसते हैं। इसमें फिर नमककी बहुत सी मात्रा मिला देते हैं। तत्पश्चात् ताम्रगन्धेत (भूँजा हुआ ताम्र पाइराइटीज़) भी मिश्रित कर देते हैं। और साथमें पारदधातु भी डाल देते हैं। प्रक्रियामें नमक और ताम्रगन्धेतके संसर्गसे ताम्रहरिद बनता है—



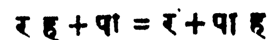
२से ह + ता ग ओ$_4$ = से$_2$ ग ओ$_4$ + ता ह$_2$

और यह खनिजको निम्न प्रकार रजतहरिदमें परिणत कर देता है—



र$_2$ ग + ता ह$_2$ = ताग + २रह

यह रजत हरिद नमकके घोलमें घुल जाता है। यहाँ पर यह पारद धातुसे प्रक्रिया करता है। प्रक्रियामें पारद-हरिद बन जाता है और चांदी पृथक् हो जाती है।



र ह + पा = र + पा ह

यह चांदी शेष बचे हुए पारदके साथ पारद-रजत-सम्मेल (अमलगम) बन जाती है। इस पारद-सम्मेलको धोकर पृथक् कर लेते हैं। भभकेमें इसे स्रवित करनेसे पारद उड़ जाता है और चांदी भभकेमें रह जाती है।

(५) श्यामिद विधि—खनिजको चूर्ण कर लेते हैं और ०·७ प्रतिशत सैन्धक श्यामिद, सै क नो, के घोलके साथ इसे संचालित कराते हैं। प्रक्रियामें सैन्धक-रजत-श्यामिद, सै र (क नो)₂ बनता है:—

र₂ ग + ४ सैकनो = २सैर (कनो)₂ + सै₂ ग

इसके घोलमें स्फटम् या दस्तम् धातु डालनेमें चांदी पृथक् अवक्षेपित हो जाती है।

स्वर्णम् (सोना)

सोना अधिकतर प्रकृतिमें ही पाया जाता है। कार्ट्जकी चट्टानोंमें, सरिताओंकी बालूमें और ऐसेही अन्य स्थानोंमें इसके कण बिखरे पाये जाते हैं। इसके पृथक् करनेकी विधि अति साधारण है। बालूको पानीके साथ धोनेसे ही काम चल जाता है, सोनेके कण अन्य पदार्थोंके कणोंसे अधिक भारी होते हैं। अतः बालूको पानीके साथ खलखला कर छोड़ देनेसे सोनेके कण तहमें शीघ्र बैठने लगते हैं। इस प्रकार इन्हें पृथक् कर लिया जाता है।

जब कार्ट्जमें सोनेके कण बहुतही कम मात्रा में होते हैं श्यामिद विधिका उपयोग किया जाता है, चूर्णको पांशुज श्यामिदके हलके घोलमें संचालित करते हैं। वायुकी विद्यमानतामें पांशुज श्यामिद सोनेको घुला लेता है।

२स्व + ४पां कनो + ओ + उ₂ ओ
= २पां स्व (कनो)₂ + २पां ओउ

इस प्रकार प्राप्त पांशुज-स्वर्ण-श्यामिदके घोलमें दस्तम् धातु डालनेसे स्वर्ण धातु अवक्षेपित हो जाती है।

२पां स्व (कनो)₂ + द = पांकनो + द (कनो)₂ + २स्व

धातुओंके गुण

तांबा—शुद्ध तांबेका असली रंग तो चटकीला गुलाबी है पर बहुधा यह हलका लाल दिखाई पड़ता है। ताम्रपत्र को नोषिकाम्ल द्वारा स्वच्छ करके (∧) रूपमें मोड़कर देखा जाय तो यह गुलाबी प्रतीत होगा। यह कहनेकी आवश्यकता नहीं है कि तांबा घनवर्धनीय होता है, इसके तार खींचे जा सकते हैं। विद्युत्-विधि से तैयार किये गये शुद्ध तांबेका घनत्व ८.९४५ है। इसका द्रवांक १०८३° और क्वथनांक २३१०° हैं। यह विद्युत् और तापका अच्छा चालक है। यह अन्य धातुओंके साथ मिलकर धातु संकर बनाता है। पीतलमें दो भाग तांबा और एक भाग दस्ता होता है। तांबेको पिघला कर दस्ता छोड़नेसे यह बनती है। कांसेमें ९ भाग तांबा और १ भाग वंगम् (टिन) होता है। जर्मन सिलवरमें तांबा और नकलम् (निकल) होता है। वायुमें खुला छोड़नेसे इसमें काला जंग लग जाता है।

परमाणुभार—ताम्रम् धातु के लवण दो प्रकारके होते हैं—ताम्रिक और ताम्रस। ताम्रिक ओषिदमें ३१.७८५ भाग तांबा ८ भाग ओषजनसे संयुक्त है और ताम्रसओषिदमें ६३.५७ भाग तांबा ८ भाग ओषजन से युक्त है।

तांबेका आपेक्षिक ताप ०.०९४ है जिसके अनुसार इसका परमाणुभार $\frac{6.4}{0.094}$ = ६८ के लगभग होना चाहिये। अतः ओषिद द्वारा निकाली गई तुल्यांक मात्रा ६३.५७ ही ताम्रम् का परमाणुभार है।

चांदी—यह श्वेत धातु है जिसका घनत्व १०.५ है और द्रवांक ९६२° श है। यह घनवर्धनीय है और इसके पतले तार खींचे जा सकते हैं। यह सब धातुओंसे अच्छा विद्युत् और तापका चालक है। इसके बहुत पतले पत्र में आरपार देखनेसे नीली ज्योति दिखाई पड़ती है। विद्युत भट्टीमें इसका स्रवण किया जा सकता है। इसकी वाष्पोंका नीला रंग होता है। वायुमें गरम करनेसे भी यह ओषजनसे संयुक्त नहीं होता है। पर नोषिकाम्लके साथ गरम करनेसे यह नोषेतमें परिणत हो जाते हैं। गन्धकाम्ल के साथ गरम करनेसे रजत गन्धेत बन जाता है।

इन प्रक्रियाओंमें रजतम् ताम्रम्के समान है। संयोग-तुल्यांक और परमाणुभार—१०७.८८ ग्राम रजतम् को नोषिकाम्लमें घोल कर उदहरिकाम्ल द्वारा अव-

शोषित करके प्राप्त रजत-हरिदको तौलनेसे हरिदकी मात्रा १४३.३४ ग्राम मिलेगी अर्थात् १०७.८८ ग्राम रजत ३५.४६ ग्राम हरिन्से संयुक्त हो गया है। अतः रजतका संयोग तुल्यांक १०७.८८ है क्योंकि हरिन् का परमाणुभार ३५.४६ है। रजत हरिद के एक अणुमें १ परमाणु हरिन् का है।

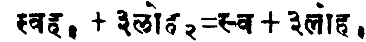
रजतम्का आपेक्षिक ताप ०.०५६ है अतः इसका परमाणुभार $\frac{6.4}{0.056}$ = ११४ के लगभग हुआ। इसका संयोग तुल्यांक १०७.८८ अतः इसका परमाणुभार भी १०७.८८ ही हुआ। अर्थात् रजतम् एक-शक्तिक है।

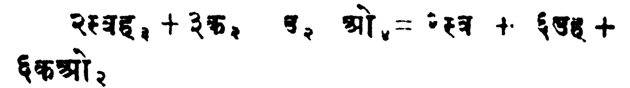
सोना—सोनामें चटकीला पीला रंग होता है जिसे सुनहरा रंग कहते हैं। वायुमें यह अप्रभावित रह सकता है। समस्त धातुओंकी अपेक्षा यह अधिक घनवर्धनीय है और इसके बहुत ही पतले तार खींचे जा सकते हैं। इसके इतने पतले पत्र बन सकते हैं कि २८०००० पत्र यदि एक पर एक रखे जायं तो केवल एक इंच की मोटाई ही बनेगी। साधारण स्वर्ण पत्र की मोटाई ०००१ स. म. होती है। इसके आरपार देखने से हरी ज्योति दिखाई पड़ेगी। स्वर्णका घनत्व १९.३ और द्रवांक १०६१.७° है।

बिलकुल शुद्ध सोनेके सिक्के या आभूषण नहीं बन सकते हैं क्योंकि यह बहुत नरम होता है। अङ्गरेजी सुवर्णके सिक्कोंमें हजारमें ९१६.६७ भाग सोना होता है। सोनेकी मात्रा केरट-मापमें दी जाती है। १०० प्रतिशत अर्थात् सर्वांश शुद्ध सोनेको २४ कैरेट कहते हैं। २२ कैरेट सोना कहनेसे तात्पर्य यह होगा कि २४ भाग सोनेमें २२ भाग शुद्ध सोना है और दो भाग अन्य मिलावट। आभूषणादिक बनाने के लिये तांबेकी मिलावट दे दी जाती है। तांबेकी मिलावटके कारण सोना कुछ कड़ा पड़ जाता है और इसमें कुछ लाली भी आ जाती है। यदि सोनेमें चांदी मिलाई जायगी तो सोनाका चटकीला पीला रंग हलका पड़ जायगा।

स्वर्ण ओषजनसे संयुक्त नहीं होता है पर हरिन् या अरुणिन् गैसोंसे तत्क्षण प्रभावित हो जाता है। यह उदहरिकाम्ल, नोषिकाम्ल या गन्धकाम्लमें अनघुल है पर अम्लराज अर्थात् उदहरिकाम्ल और नोषकाम्लके मिश्रणमें घुल जाता है। वस्तुतः यह घुलनशील प्रभाव उदहरिकाम्ल और नोषिकाम्ल द्वारा जनित हरिन् गैसके कारण है।

स्वर्णके यौगिक अधिकतर अस्थायी होते हैं अर्थात् गरम करनेसे स्वर्ण धातु शीघ्र मुक्त हो जाता है। लोहस लवणों, काष्ठिकाम्ल आदि अवकारक पदार्थोंसे भी स्वर्ण पृथक हो जाता है—





संयोग तुल्यांक और परमाणुभार—स्वर्ण अरुणिद का विश्लेषण करनेसे इसका संयोग तुल्यांक ६५.७३ निकलता है। स्वर्णम् का आपेक्षिकताप.०३२१ है अतः परमाणुभार $\frac{6.4}{.0321}$=२०३ के लगभग ठहरता है। संयोग तुल्यांकको ३से गुणा करनेसे १९७.२ आता है जो अपेक्षिकताप द्वारा निकाले गये परमाणुभारके निकट है अतः स्वर्णम् का परमाणुभार १९७.२ है। इस प्रकार स्वर्ण त्रिशक्तिक है। स्वर्ण दो प्रकारके लवण देता है—स्वर्णस और स्वर्णिक।

लवण

ताम्रम् और स्वर्णम् धातु दो प्रकारके लवण देते हैं। इनमेंसे एकको इक लवण और दूसरेको अस-लवण कहते हैं। रजतम् केवल एकही प्रकारके लवण देता है। ताम्रिक लवणोंमें ताम्रम् द्वि-शक्तिक है पर ताम्रस लवणोंमें यह एक-शक्तिक है। स्वर्णस लवणोंमें स्वर्ण भी एक-शक्तिक है पर स्वर्णिक लवणोंमें यह त्रिशक्तिक है। कुछ मुख्य लवणोंके नाम और सूत्र नीचे दिये जाते हैं:—

	ताम्रस	ताम्रिक	रजत	स्वर्णस	स्वर्णिक
ओषिद्	ता$_2$ओ	ताओ	र$_2$ओ	स्व$_2$ओ	स्व$_2$ओ$_3$
हरिद	ता$_2$ह$_2$	ताह$_2$	रह	स्वह	स्वह$_3$
नोषेत	—	ता (नोओ$_3$)$_2$	रनोओ$_3$	—	—
गन्धिद	ता$_2$ग	ताग	र$_2$ग	स्व$_2$ग	—
गन्धेत	—	तागओ$_4$	र$_2$गओ$_4$	—	—

ओषिद् और उदौषिद

ताम्रिक ओषिद—ताओ—ताम्रम् धातुको वायु प्रवाहमें गरम करनेसे ताम्रिक ओषिद् बनता है। ताम्रिक नोषेत और कर्बनेतको भी गरम करनेसे यह बनाया जा सकता है।

ता कओ$_3$ = ताओ + कओ$_2$

२ता (नोओ$_3$)$_2$ = २ताओ + ४नोओ$_2$ + ओ$_2$

ताम्रिक ओषिद् पर उद्जन अथवा अन्य कार्बनिक पदार्थोंके वाष्पें प्रवाहित करें तो इसका अवकरण हो जाता है और ताम्रधातुमें यह परिणत हो जाता है—

ता ओ + उ$_2$ = ता + उ$_2$ ओ

टंकण (borax) की घुंडीमें ताम्रिक ओषिद घुल जाता है और इसे हरा रंग प्रदान करता है। यह ओषिद अम्लोंमें घुलनशील है और घुल कर नीला घोल देता है। घोलका यह रंग ताम्रिक लवणोंके बननेके कारण है।

ता ओ + उ$_2$ ग ओ$_4$ + उ$_2$ ओ

ताम्रिक उदौषिद, ता (ओ उ)$_2$—ताम्रगन्धेतमें सैन्धकक्षारका घोल डालनेसे हलके नीले रंगका एक अवक्षेप प्राप्त होता है यह ताम्रिक उदौषिदका अवक्षेप है। यदि गन्धेत-घोलको गरम करके सैन्धकक्षार डाला जायगा तो यह अवक्षेप कुछ काला मिलेगा क्योंकि गरमघोलमें ताम्रिक उदौषिदमें से जलाणु पृथक् हो जाता है और ताम्रिकओषिद बन जाता है—

ता$_2$ ग ओ$_4$ + २सै ओ उ = ता (ओ उ)$_2$

गओ$_4$ + सै$_2$

ता (ओ उ)$_2$ = ता ओ + उ$_2$ ओ

घोलमें ताम्रम्का परिमाण निकालनेके लिये इसका उपयोग किया जाता है। घोलको उबालकर सैन्धकक्षार द्वारा अवक्षेपित करते हैं, अवक्षेपको छान और धो लेते हैं। तत्पश्चात् इसे सुखाकर घरियामें गरम करके प्राप्त ताम्रिक ओषिद, ता ओ, की मात्रा तौल लेते हैं। यह मात्रा जान लेने पर घोलमें ताम्रिक लवणकी मात्राका हिसाब लगाया जा सकता है।

ताम्रस ओषिद—ता$_2$ओ-ताम्रिक ओषिदको जोरोंसे गरम करने पर ताम्रस ओषिद मिलता है। पर इसके बनानेके सरल विधि यह है कि ताम्रिकलवणके घोलको सैन्धकओषिद द्वारा क्षारीय करके किसी अवकारक पदार्थ जैसे द्राक्षोज् (द्राक्षशर्करा) आदिके साथ गरम करो। ताम्रसओषिदका भूरा भूरा अवक्षेप मिलेगा। इस विधिका उपयोग शर्कराओंके परिमाण निकालनेमें किया जाता है और इसकामके लिये फेहलिंगघोल बनाया गया है। इस घोलके दो भाग होते है।

फेहलिंग घोल सं० १—१७ ग्राम ताम्रगन्धेतको २५० घ.श.म. जलमें घोलो और एक बूंद गन्धकाम्ल की डाल दो। यह पहला घोल हुआ। इसे अलग बोतलमें रक्खो।

फेहलिंगघोल सं० २—६० ग्राम सैन्धकपांशुज द्रमलेत (रोशील लवण) २५० घ. श. म. में घोलो

और इसमें २५ ग्राम सैन्धकक्षारभी घोल दो। यह दूसरा घोल हुआ। इसे दूसरी बोतलमें रख दो।

परखनलीमें द्राक्षशर्कराका थोड़ासा घोल लो (२ घ. श. म.) और इसमें फेहलिंगघोल सं० १ और सं०२ की दो दो घ. श. म. मात्रा डाल दो अब धीरे धीरे गरम करो। लाल भूरा अवक्षेप दिखाई देने लगेगा। इसे छान लो और गरम पानी और मद्यसे धो डालो। जलकुंडी पर जलवाष्प द्वारा सुखालो। यह ताम्रस ओषिद है।

ताम्रस ओषिद टंकणकी घुण्डीको लाल रंग प्रदान करता है। हलके गन्धकाम्ल द्वारा प्रभावित करनेसे यह ताम्र गन्धेतमें परिणत हो जाता है और कुछ ताम्र-धातु अवक्षेपित हो जाता है।

$$ता_2 + उ_2 ग ओ_4 = ता ग ओ_4 + उ_2 ओ + ता$$

ताम्रसहरिदमें सैन्धकक्षार डालनेसे ताम्रस उदौषिद $ता_2(ओ उ)_2$ का पीला पदार्थ प्राप्त होता है।

रजतओषिद—$र_2$ ओ—रजतनोषेतमें शुद्ध सैन्धकक्षारका घोल डालनेसे रजत ओषिदका भूरा चूर्ण प्राप्त होता है।

$$२ र नो ओ_3 + २ सै ओ उ =$$
$$र_2 ओ + २ सै नो ओ_3 + उ_2 ओ$$

यह ओषिद अमोनियामें घुल जाता है पर सैन्धकक्षारमें अनघुल है। २५०°श तक गरम करने पर यह रजतम् और ओषजनमें विभाजित हो जाता है।

$$२ र_2 ओ = ४ र + ओ_2$$

नम रजतओषिद कर्बन द्विओषिदसे संयुक्त होकर रजत कर्बनेतमें परिणत हो जा जाता है।

द्राक्षशर्करा, दुग्धशर्करा या किसी इमलेतके घोलमें रजतनोषेत और अमोनियाका घोल बनाकर मिलाने पर गरम करनेसे रजत धातु पृथक् होने लगती है और परख नलीकी भित्तियों पर रजत दर्पण बन जाता है। इस कामके लिये रजतनोषेतमें अमोनियाका घोल इतना डालना चाहिये कि रजत ओषिदका अवक्षेप आकर फिर घुल जावे। इमलेत, द्राक्षशर्करा आदि पदार्थ रजतओषिदका अवकरण कर देते हैं इसीलिये रजत दर्पण बन जाता है।

$$र_2 ओ + कार्बनिक पदार्थ = २ र + (ओ + कार्बनिक पदार्थ)$$

स्वर्णिक उदौषिद—स्व (ओ उ)$_3$—स्वर्णिक हरिदके घोलमें सैन्धकक्षार डालनेसे स्वर्णिक उदौषिदका भूरा अवक्षेप मिलेगा। इस उदौषिदको धीरे धीरे गरम करनेसे स्वर्णिक ओषिद, $स्व_2 ओ_3$ बन जायगा। और अधिक गरम करने पर यह ओषिद विभाजित हो जाता है और स्वर्ण-धातु एवं ओषजन प्राप्त होते हैं। यदि उदौषिदके अवक्षेपमें सैन्धकक्षारकी और मात्रा डाली जायगी तो अवक्षेप घुल जायगा। इस प्रकार सैन्धक स्वर्णेत नामक पदार्थ बन जाता है।

$$स्व (ओ उ)_3 = उ_3 स्व ओ_3$$
उदौषिद स्वर्णिकाम्ल

$$उ_3 स्व ओ_3 + ३ सै ओ उ = सै_3 स्व ओ_3 + ३ उ_2 ओ$$
सैन्धक स्वर्णेत

गन्धिद (Sulphides)

ताम्रिक गन्धिद—ता ग—ताम्रचूर्णको गन्धक पुष्पकी अधिक मात्राके साथ ४४०°श तापक्रमके नीचे गरम करनेसे ताम्रिकगन्धिद बनता है। यदि उदहरिकाम्ल आदि अम्लों द्वारा अम्लीय करके किसी ताम्रिक लवणमें उदजन-गन्धिद गैस प्रवाहितकी जाय तो ताम्रिक गन्धिदका काला अवक्षेप मिलेगा।

$$ता ग ओ_4 + उ_2 ग = ता ग + उ_2 ग ओ_4$$

जलकी विद्यमानतामें वायुके ओषजन द्वारा यह ओषदीकृत होकर ताम्रगन्धेतमें परिणत हो जाता है। इसे जोरसे गरम करनेसे या उदजनके प्रवाहमें गरम करनेसे—ताम्रस-गन्धिद मिलता है।

$$२ ता ग = ता_2 ग + ग$$
$$२ ता ग + उ_2 = ता_2 ग + उ_2 ग$$

ताम्रसगन्धिद, $ता_2$ ग, काला पदार्थ है। ताम्रम्को गन्धककी वाष्पोंमें जलानेसे भी यह मिल सकता है।

रजतगन्धिद, $र_2$ ग—रजत ग्लांस खनिजमें यह होता है। रजतनोषेतके घोलमें उदजन गन्धिद प्रवा-

स्थित करनेसे यह काले चूर्ण पदार्थके रूपमें उपलब्ध होता है।

२ र नो ओ$_3$ + उ$_2$ ग = र$_2$ ग + २ उ नो ओ$_3$

उदजन गन्धिद अथवा सैन्धक गन्धिद द्वारा रजतधातुको प्रभावित करनेसे भी रजतगन्धिद मिल सकता है। प्रक्रियामें उदजन जनित होता है।

२ र + उ$_2$ग = र$_2$ग + उ$_2$

२ र + सै$_2$ग + २ उ$_2$ओ = र$_2$ग + उ$_2$ + २सैओउ

इस विधिसे किसी लवणमें गन्धककी विद्यमानता पहिचानी जा सकी है। कोयले पर दस्त गन्धेत और सैन्धक कर्बनेतका मिश्रण लेकर फुकनीकी सहायता से तप्त करो। कोयलेकी सहायतासे दस्तगन्धेत दस्तगन्धिदमें परिणत हो जावगा। दस्तगन्धिद सैन्धक कर्बनेतके साथ सैन्धक गन्धिद दे देगा।

द ग ओ$_4$ + ४ क = द ग + ४ क ओ

सै$_2$ क ओ$_3$ + द ग = सै$_2$ ग + द क ओ$_3$

इस प्रकार उपलब्ध पदार्थमें यदि चांदीकी दुअन्नी रुपया आदिमें भिगोकर छुआये जायगे तो चांदी पर रजत गन्धिदका काला दाग पड़ जायगा। इस प्रकार का प्रयोग प्रत्येक गन्धकवाले यौगिकसे किया जा सकता है।

स्वर्णगन्धित—स्व$_2$ग—स्वर्णिक हरिद अथवा पांशुज-स्वर्णोश्यामिदके घोलमें उदजनगन्धिद प्रवाहित करनेसे यह मिल सकता है।

२ स्व ह$_3$ + ३ उ$_2$ ग = स्व$_2$ ग + ६ उ ह + २ ग

इस प्रकारके गन्धिदके साथ कुछ गन्धक भी मिला रहता है। यह उदहरिकाम्लमें अनघुल है पर अमोनियम गन्धिदमें घुल जाता है।

गन्धेत

ताम्र-गन्धेत,—ता$_2$गओ$_4$.५ उ$_2$ ओ—तूतिया या नीला थोथाके नामसे यह प्रसिद्ध है। प्रकृतिमें यह ताम्र-गन्धिदके ओषदीकरणसे बनता प्रतीत होता है।

ता ग + २ ओ$_2$ = ता ग ओ$_4$

व्यापारिक मात्रामें ताम्र गन्धिदसे। वायु प्रवाहमें भूंजनेसे यह प्राप्त हो सकता है। ताम्रमूको गन्धकाम्ल में घोलनेसे भी यह बन सकता है। जलमें घुलनशील है। घोलका स्फटिकीकरण करनेसे नीले रवे प्राप्त होते हैं। इन रवोंमें स्फटिकीकरणके ५ जलाणु हैं। रवोंको गरम करनेसे ये जलाणु धीरे धीरे पृथक् होने लगते हैं और सब जलाणुओंके निकलजानेसे सफ़ेद पदार्थ रहजाता है। यह अनार्द्र तूतिया है। ताम्र गन्धेतके घोलमें अमोनियाका घोल डालने पर पहले तो अवक्षेप प्राप्त होता है पर यह अवक्षेप और अधिक अमोनिया डालने पर घुलजाता है। घोलका रंग चटकीला नीला हो जाता है। घोलको वाष्पी भूत करनेसे ताम्रअमोनियम गन्धेत के चटकीके नीलेरवे प्राप्त होंगे।

ता ग ओ$_4$ + ४नोउ$_4$ ओ उ

= ता (नो उ$_3$)$_4$ ग ओ$_4$ उ$_2$ ओ + ३उ$_2$ ओ

ताम्रअमोनियम गन्धेत

ताम्रगन्धेतके रवों और ताम्रअमोनियम गन्धेतके रवोंमें भेद इतना ही है कि गन्धेतके ४ जलाणुओंका स्थान ताम्रअमोनियम गन्धेतमें अमोनिया (नोउ$_3$) के ४ अणुओंने ले लिया है। ताम्रिकहरिदके घोलमें अमोनियाकी अधिक मात्रा डालनेसे ताम्रअमोनिमा हरिद, ता (नोउ$_3$)$_4$ ह$_2$, २ उ$_2$ ओ मिलता है।

रजत गन्धेत, र$_2$ग ओ$_4$—रजत कर्बनेतको हलके गन्धकाम्लमें घोलनेसे रजतगन्धेत मिलता है। यह श्वेत लवण है। जलमें यह बहुत कम घुलनशील है। रजतनोषेतके संपृक्तघोलमें किसी गन्धेतका घोल डालनेसे रंजतगन्धेतका अवक्षेप प्राप्त हो सकता है।

हरिद, अरुणिद और नैलिद

ताम्रिकहरिद—ताह$_2$—ताम्रिक ओषिद या कर्बनेतको तीव्र उदहरिकाम्लमें घोलनेसे ताम्रिक हरिद प्राप्त होगा—

ता ओ + २उह = ताह$_2$ + उ$_2$ ओ

इसके रवोंमें जलके दो अणु होते हैं। ताम्रमूको हरिन् वायव्यमें जलानेसे आर्द्र ताम्रिक हरिद भी

मिल सकता है जो कालाभूरा पदार्थ है। ताह$_2$, २उ$_2$ ओ के रवे नीले होते हैं, पर इसके गाढ़े घोलमें पीलापन लिये हुए हरा रंग होता है। यह मद्यमें घुलनशील है।

ताम्रस हरिद—ता$_2$ ह$_2$—बायलने इसे पारदिक हरिदके साथ ताम्रधातुको गरम करके तैयार किया था। ताम्र-धातुको थोड़ेसे हरिन्में गरम करनेसे भी यह बन सकता है। यदि ताम्रधातु पर उदहरिकाम्ल प्रवाहित करके यदि गरम किया जाय तो भी यह बन सकता है।

२ ता + २उ ह = ता$_2$ ह$_2$ + उ$_2$

ताम्रधातु उदहरिकाम्लमें तब तक नहीं घुलता है जब तक इसमें वायु न प्रवाहितकी जाय पर ऐसी अवस्थामें ताम्रकहरिद बन जाता है—

२ता + ४उह + २ओ$_2$ = २ताह$_2$ + २उ$_2$ ओ

ताम्रस ओषिदको उदहरिकाम्लमें घोलनेसे भी ताम्रसहरिद बन सकता है।

ताम्रिक हरिदके अवकरण करनेसे भी यह प्राप्त हो सकता है। अवकरण करनेकी दो विधियां हैं। (१ ताम्रिक हरिदकेघोलको ताम्रछीलनके साथ तब तक गरम करो जब तक घोल नीरंग न हो जाय। इस प्रकार ताम्रस हरिद बन जायगा :—

ता ह$_2$ + ता = ता$_2$ ह$_2$

ताम्रिकहरिदका अवकरण दस्त-चूर्णसे भी हो सकता है—२ताह$_2$ + द$_2$ = ता$_2$ ह$_2$ + २उ ह

(२) ताम्रिक हरिदके घोलमें गन्धक द्विओषिद प्रवाहित करने से भी इसका अवकरण हो सकता है।

२ता ह$_2$ + उ$_2$ ग ओ$_3$ + उ$_2$ ओ

= ता$_2$ ह$_2$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ + २उ ह

ऐसा करनेसे ताम्रस हरिदका श्वेत अवक्षेप मिल जायगा। यह श्वेत चूर्ण है पर प्रकाशके संसर्गसे बैंजनी हो जाता है। यह अमोनियामें घुलकर नीरंग घोल देता है यदि वायुका बिलकुल संसर्ग न हो अन्यथा ताम्रिक लवण बन जानेके कारण नीला रंग दे देगा। यह कर्बन एकौषिद और सिरकीलिन गैसोंको अभिशोषित कर लेता है।

ताम्रिक अरुणिद—ता ब$_2$—ताम्रिक ओषिद और उदअरुणिकाम्लके घोलको वाष्पीभूत करनेसे इसके काले रवे प्राप्त हो सकते हैं। ताम्रिकनैलिद अत्यन्त अस्थायी होनेके कारण नहीं पाया जाता है।

ताम्रस नैलिद—ता नै—ताम्रिक गन्धेके घोलमें पांशुजनैलिदका घोल डालनेसे ताम्रस नैलिदका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। ऐसा प्रतीत होता है कि प्रक्रियामें पहले तो ताम्रिक-नैलिद बनता होगा जो अस्थायी होनेके कारण तत्काल ही ताम्रसनैलिद और नैलिन्में विभाजित हो जाता है।

२ ता गओ$_4$ + ४पां नै = २ता नै$_2$ + २पां$_2$ गओ$_4$

= २ता नै + नै$_2$ + पां$_2$ गओ

रजत हरिद—रह—यदि किसी हरिद या उदहरिकाम्लका घोल रजत नोषेतके घोलमें डाला जाय तो रजत हरिदका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होगा। यह अवक्षेप अमोनियामें शीघ्रही घुल जाता है। घुलने पर निम्न यौगिक बनता है—

रह + २नोउ$_3$ = र (नोउ$_3$)$_2$ह

यह जलमें बहुत ही कम घुलनशील है (एक लीटरमें २५°श पर २ सहस्रांश ग्राम)। किसी पदार्थमें यदि रजतम् या हरिदकी मात्रा निकालनी हो तो उसे रजत हरिदमें परिणत करके निकाल लेते हैं।

रजत अरुणिद—रअ-यह पीला पदार्थ है। रजत नोषेत में सैन्धक या पांशुज अरुणिदका घोल डालने से पीला अवक्षेप प्राप्त होगा। यह अवक्षेप हलके नोषिकाम्ल या हलके अमोनिया में अनघुल है।

रजत नैलिद—रनै—पांशुजनैलिदके घोलको रजत नोषेतके घोलमें डालनेसे रजत नैलिदका हलका पीला अवक्षेप मिलता है। यह भी अमोनियामें बहुत कम घुलनशील है पर अमोनिया डालनेसे इसका रङ्ग सफेद पड़ जाता है।

स्वर्णिक हरिद—स्वह$_3$—स्वर्णको अम्लराज (नोषिकाम्ल और उदहरिकाम्लके मिश्रण) में घोलनेसे सुनहरा घोल प्राप्त होता है जिसको वाष्पीभूत करनेसे उद-स्वर्णिकाम्ल, उ स्वह$_4$, ४ उ$_2$ओ, के पीले रवे

प्राप्त होते हैं। इस अम्लको स्वर्णिकहरिद और उदहरिकाम्ल का मिश्रण समझा जा सकता है।

उ स्वह$_4$=उ ह + स्वह$_3$

इसके घोलमें उद्जन प्रवाहित करनेसे स्वर्ण धातु पृथक् हो जाता है।

२ उ स्व ह$_4$ + ३ उ$_2$=२ स्व + ८ उ ह

स्वर्ण हरिन्जलमें भी घुलनशील है। घोलको वाष्पीभूत करके १५०° तक गरम करनेसे स्वर्णिक हरिद, स्वह$_3$, का भूरा पदार्थ मिल जायगा। यह जल, मद्य और ज्वलकमें घुलनशील है।

स्वर्णिक हरिदको १८५° तक गरम करनेसे स्वर्ण-सहरिद, स्वह, का पीला पदार्थ मिलेगा।

स्व ह$_3$=स्व ह + ह$_2$

और अधिक गरम करनेसे यह स्वर्णम् और हरिन्में विभाजित हो जायगा। स्वर्णिकहरिद पांशुज-हरिदसे संयुक्त होकर पांशुज स्वर्ण-हरिद या पांशुजहर-स्वर्णेत नामक पदार्थ देता है।

पां ह + स्व ह$_3$ = पां स्व ह$_4$

इसे हर स्वर्णिकाम्लका लवण कह सकते हैं। इसका उपयोग फोटोग्राफीमें होता है।

स्वर्णिक अरुणिद—स्वरु$_3$—स्वर्णम्को अरुणिन्में घोलनेसे स्वर्णिक अरुणिद बन जाता है।

स्वर्णिक नैलिद—स्व नै$_3$, स्वर्णिक हरिदमें पांशुज नैलिद डालनेसे स्वर्णिक नैलिदका नीला अवक्षेप प्राप्त होगा। ताम्रिक नैलिदके समान यह भी शीघ्रही विभाजित होकर स्वर्णस नैलिद, स्व नै, में परिणत हो जाता है।

स्व नै$_3$ =स्व नै + नै$_2$

फोटोग्राफी

रजतहरिद, अरुणिद, स्वर्णहरिद आदि लवणोंका उपयोग फोटोग्राफी या चित्र उतारनेकी विधिमें किया जाता है। फोटोग्राफीका सूक्ष्म वृत्तान्त यहां दिया जाता है।

रजतहरिद, अरुणिद आदि लवण प्रकाशमें कुछ काले पड़ जाते हैं। प्रकाशकी किरणोंके कारण विशेषतः प्रकाशकी पराकासनी (ultra violet) तरंगोंके कारण) इन लवणोंमें रासायनिक परिवर्त्तन हो जाता हैं। फोटोग्राफीके मुख्य अंग इस प्रकार हैं।

(१) चित्र लेनेका प्लेट—यह प्लेट शीशेका होता है। जिलेटिनके घोलमें रजत नैलिद या रजत अरुणिद का चूर्ण घोला जाता है और इस घोलकी एक पतली तह इस प्लेटपर लगा दी जाती है। इस प्लेटको काले कागज़में बन्द करके रखते हैं और केवल अंधेरेमें ही खोलते हैं।

यह प्लेट केमरामें लगाया जाता है। जिस पदार्थ की फोटो लेनी होती है, उसकी किरणों कुछ सैकण्ड, बहुधा चौथाई मिनट तक तालमें होकर इस प्लेट पर पड़ने देते हैं। इस प्रकार किरणों द्वारा प्लेटके रजत लवणमें परिवर्त्तन हो जाता है। यह परिवर्त्तन केवल आंख द्वारा देखनेसे पता नहीं चल सकता है।

(२) नेगेटिव लेना—ऋणचित्र बनाना—किरणों द्वारा रजत लवणोंमें इस प्रकार का परिवर्त्तन हो जाता है कि जिन स्थानों पर किरणें पड़ी हैं वहाँ का रजत लवण लोहस गन्धेत, परमाजूफलिकाम्ल (पाइरोगेलोल) के समान हलके अवकारक पदार्थों द्वारा शीघ्र अवकृत होकर रजत धातुमें परिणत हो जाता है। जहां जितनी अधिक रोशनी पड़ती है वहां उतना ही अधिक रजत लवण का अवकरण हो सकता है। इसलिये चित्र लिये गये प्लेटको लोहस गन्धेत, परमाजूफलिकाम्ल आदिके घोलोंसे धोते हैं।

अपरिवर्त्तित रजत अरुणिद सैन्धक गन्धको गन्धेत (थायो सल्फेट) के घोलमें जिसे हाइपो भी कहते हैं घुल जाता है अतः प्लेटको फिर हाइपोसे धोते हैं। अब प्लेट पर जहां जहां प्रकाश पड़ा है वहां वहां रजतम् जमा रह जाता है।

सफेद पदार्थों से प्रकाशकी किरणें निकलती हैं पर काले पदार्थमें किरणोंका अभाव है। अतः इस प्लेटमें सफेद अंगके द्योतक अंश पर तो काला रजतम् दिखाई पड़ेगा। शेष प्लेट धुल कर सफेद हो

जायगा। काले बाल इस प्लेटमें सफेद दिखाई पड़ेंगे और सफेद कमीज़ काली दिखाई पड़ेगी इसी कारण इसे नेगेटिव लेना या ऋण चित्र बनाना कहते हैं।

(३) नेगेटिवसे पोजीटिव बनाना—अर्थात् चित्र को सीधा करना—इस प्लेटके पीछे फिर एक कागजका पत्र रखते हैं जिस पर चित्र लेनेके प्लेट के समान जिलेटिन घोलमें घुला हुआ रजत अरुणिद लगा रहता है।

दो तीन सकण्डके लिये इसे प्रकाश दिखाते हैं। इस प्रकार नेगेटिव अर्थात् उलटे चित्र का फिर नेगेटिव बन जाता है। इस पत्र को पूर्वके समान परमाजूफलिकाम्ल या लोहस गन्धेत के घोलमें धोकर हाइपोके घोलसे धो डालते हैं। बस सीधाचित्र तैयार हो जाता है। इस प्रक्रियाको पोजीटिव बनाना कहते हैं। इस चित्रमें काले बाल कालेही दिखाई पड़ेंगे और सफ़ेद अंग सफ़ेद। बस चित्र तैयार हो गया।

(४) टोनिंग करना—चित्रको अधिक स्थायी करने के लिये यह आवश्यक है कि रजत-धातु स्वर्ण धातुसे स्थापित करदी जाय। इसलिये इस प्रकार बनाये गये चित्र को स्वर्णिक-हरिद अथवा स्वर्णिक हरिद तथा पांशुज गन्धकोश्यामेतके मिश्रणके घोलसे धोते हैं। इस प्रक्रियामें जहां जहां रजत धातु होती है वहां वहां स्वर्णम् धातु जमा हो जाती है।

$$३ र + स्व ह_३ = ३ र ह + स्व$$

फ़ोटोग्राफीके सिद्धान्तका यह सूक्ष्म विवरण है।

नोषेत (Nitrates)

ताम्रिक नोषेत—तो (नो ओ$_3$)$_2$, ३ उ$_2$ ओ—ताम्रधातु ताम्रओषिद् अथवा ताम्रकर्बनेतमेंसे किसीको हलके नोषिकाम्लमें घोलकर वाष्पीभूत करनेसे ताम्रिकनोषेत के नीले रवे प्राप्त होंगे। इसमें प्रबल ओषद कारक गुण हैं। अतः यदि कुछ रवोंको भिगोकर वंगम् पत्रमें लपेटा जाय तो चिनगारियां प्रकट होंगी। गरम करने पर यह ताम्र ओषिदमें परिणत हो जाता है।

रजतनोषेत—र नो ओ$_3$—चांदीको नोषिकाम्लमें घोलकर घोलको वाष्पीभूत करनेसे रजत नोषेतके रवे प्राप्त होंगे। ये जलमें भली प्रकार घुलनशील है। कड़े या हाथसे छूनेसे काले धब्बे पड़ जाते हैं जो केवल पांशुज श्यामिदमें ही घुल सकते हैं। रजतके अन्य लवण कम घुलनशील होते हैं। अतः इस लवण का अधिक व्यवहार किया जाता है। चांदीकी गिल्ड करनेमें, फोटोग्राफी, एलेक्ट्रो प्लेटिंग आदिमें इसका उपयोग होता है। रजतके अन्य लवणभी इसीसे बनाये जाते हैं। इसका हलका घोल नेत्रोंके उपचारके लिये भी व्यहृत होता है।

ज़ोरोंसे गरम करने पर रजत नोषेत रजतओषिदमें परिणत होजाता है, रजतनोषेतमें पांशुज नोषितका घोल मिलानेसे रजतनोषित, र नो ओ$_2$ का रवेदार अवक्षेप मिलता है।

श्यामिद (cyanide)

रजतश्यामिद—र क नो रजत नोषेतके घोलमें पांशुज श्यामिदका घोल डालनेसे रजत श्यामिदका अवक्षेप प्राप्त होगा। और अधिक पांशुज श्यामिद डालनेसे यह अवक्षेप घुल जाता है। इस प्रकार इसमें रजत पांशुज श्यामिद नामक द्विगुणलवण बनजाता है।

$$र क नो + पां क नो = पां र (क नो)_2$$

स्वर्णश्यामिद—स्व क नो—स्वर्णको अम्ल राजमें घोलकर घोलमें अमोनिया डालनेसे अवक्षेप प्राप्त होता है जो पांशुज श्यामिदके घोलमें घुल जाता है। घोलमें पांशुज स्वर्ण श्यामिद, पां स्व (क नो)$_2$ बन जाता है। यह नीरंग है और जलमें भली प्रकार घुलनशील है। इस घोलमें अम्ल डालनेसे स्वर्णस श्यामिद—स्वक नो, का पीला अवक्षेप मिलता है। यह पानीमें घुलनशील हैं, पर पांशुज श्यामिदके घोलमें घुल जाता है।

इक्कीसवां अध्याय

मगनीसम्, दस्तम्, संदस्तम् और पारदम्

(Magnesium, zinc, cadmium and mercury)

द्वितीय समूहके क-वंशीय खटिकम, स्त्रंशम और भारम् तत्वोंका विवरण पहले दिया जा चुका है। इस समूहके ख-वंशमें चार तत्व हैं इन तत्वोंके भौतिक गुण नीचे की सारिणीमें दिये जाते हैं:—

तत्व	संकेत	परमाणु भार	घनत्व	द्रवांक	क्वथनांक
मगनीसम्	म	२४.३२	१.७५	६५१° श	११०० श
दस्तम्	द	६५.३७	६.९	४१९°	९१८
संदस्तम्	सं	११२.४	८.६	३२२°	७७८
पारदम्	पा	२००.६	१३.५९५	−३८८	३५७

इस सारिणीके देखनेसे पता चलता है कि तत्वोंका परमाणुभार जैसे जैसे बढ़ता जाता है इनका घनत्व भी बढ़ता जाता है पर द्रवांक और क्वथनांक क्रमशः कम होता जाता है। पारदम् साधारण तापक्रम पर द्रव है। ताम्र और स्वर्णके समान पारद भी दो प्रकार के लवण देता है:—पारदस और पारदिक। इसी समूहमें बेरीलम् नामक एक और तत्व है जिसका परमाणुभार ९० है। अधिक उपयोगी न होनेके कारण इसका विशेष वर्णन यहाँ नहीं दिया जायेगा। बेरील नामक खनिजमें यह स्फटम् और शैलम्से संयुक्त पाया जाता है। इसके गन्धेत, बेगन्ध $_4$ ओ$_3$ ओ, में मीठा स्वाद होता है बेरील ओषिद, बेओ, कर्बनेत, बेकओ$_3$ और हरिद बेह$_2$ मुख्य लवण हैं।

खनिज

मगनीसम्—इप्सम स्थानके एक झरनेमें सं० १७५२ वि० में नेहेमिया ग्यू ने एक विशेष लवण देखा। इस लवणको अब इप्सम लवण कहते हैं। यह मगनीस गन्धेत, मगओ$_4$ ७उ$_2$ ओ. है। मगनीसम्के मुख्य खनिज निम्न हैं:—

(१) मगनीसाइट—मगनीस कर्बनेत, मकओ$_3$

(२) डोलोमाइट—मगनीस-खटिक कर्बनेत-मकओ$_3$ खकओ$_3$

(३) कारनैलाइट पांशुज मगनीस हरिद, पांह, मह$_2$ ६उ$_2$ ओ

(४) एसबेस्टस—खटिक मगनीस शैलेत खम$_3$ (शैओ$_3$)$_4$

दस्तम्—पीतलके बनानेमें दस्तम् और तांबेके धातु संकरका उपयोग चिरकालसे होता आया है। दस्तम्के मुख्य खनिज निम्न हैं:—

(१) दस्त ब्लैण्डी—दस्तगन्धिद—दग

(२) केलेमाइन—दस्तकर्बनेत, दकओ$_3$

(३) इलेक्ट्रिक कैलेमाइन—दस्तशैलेत—द$_2$ शओ$_4$ उ$_2$ ओ

संदस्तम्—जिन खनिजोंसे दस्तम् प्राप्त होता है उन्हींमें दस्तम्के साथ-साथ संदस्तम् भी थोड़ी सी मात्रामें विद्यमान रहता है। अतः दस्तब्लैण्डी और केलेमाइन इसके भी खनिज माने जा सकते हैं।

पारदम्—पारद संसारके अति प्राचीन धातुओंमें से है। [illegible] अथवा अन्य धातुओंसे संयुक्त यह पाया जाता है। सिनेबार, पाग, इसका मुख्य खनिज है। सेंदुरमें भी पारा होता है।

धातु-उपलब्धि

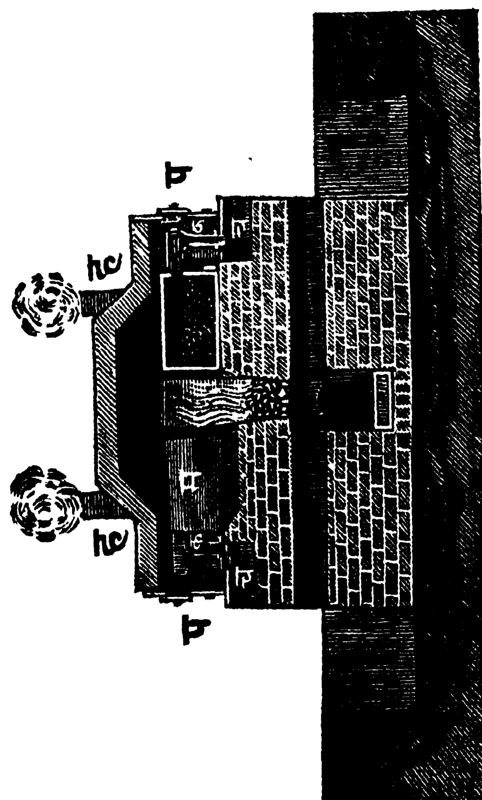
मगनीसम्—[illegible] सबसे पहले इस धातुको विद्युत्-विश्लेषणकी प्रक्रियासे प्राप्त किया था। आजकल इस कार्यके लिये कारनैलाइट (पांशुज मगनीस हरिद) को गलाते हैं। ७००° श तक गरम

करनेसे यह खनिज स्वच्छ द्रवमें परिणत हो जाता है। इसमें खटिक प्लविद भी डाल देते हैं। लोहेकी घरिया ऋण ध्रुवका कार्य करती है। धनध्रुव कर्बन का होता है। विद्युत् विश्लेषण द्वारा जनित हरिन् निकल कर अलग हो जाती है और धातु पिघले हुए द्रव की सतह पर तैरने लगता है। इस धातुके ऊपर कर्बन द्विओषिद प्रवाहित करते रहते हैं अन्यथा यह धातु वायुके ओषजनसे संयुक्त होकर ओषिद बन जावेगी। इस प्रकार प्राप्त मगनीस धातु अर्धद्रवित अवस्था में होती है। इसके फिर तार बना लिये जाते हैं। इन तारोंकी लच्छियां (ribbon) बाजारमें बेची जाती हैं।

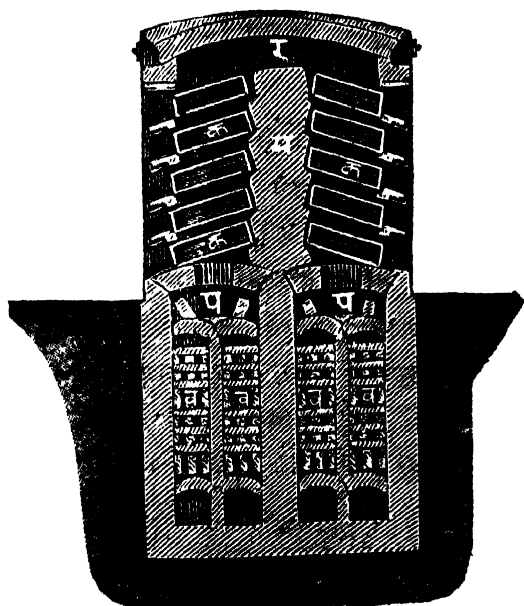
दस्तम्—दस्तम्के खनिजोंको वायुमें भूंजकर ओषिदमें परिणत कर लेनेके पश्चात् इसे कोयलेके साथ स्रवित करनेसे दस्तम् धातु स्रवित होने लगती है।

द ओ + क = द + क ओ

खनिजोंसे इसे प्राप्त करनेकी दो मुख्य विधियां हैं। (१) बेलजियन विधि (२) सिलेशियन विधि। बहुधा दस्तब्लैण्डी खनिजका उपयोग किया जाता है।



सिलेशियन भट्टी



बेलजियन भट्टी

दस्तब्लैण्डीको वायुमें भूनते हैं। इस प्रकार इसका गन्धक ओषिद बनकर पृथक् उड़ जाता है—

२ द ग + ३ $ओ_2$ = २ द ओ + २ ग $ओ_2$

इसमें फिर आधा भाग पीसा हुआ कोयला मिलाकर पक्की ईंटोंकी भट्टियोंमें जोरोंसे गरम करते हैं। ८००° पर अवकरण आरम्भ हो जाता है और दस्तम् स्रवित होने लगता है। बेलजियन और सिलेशियन विधियोंमें भेद यही है कि दोनोंमें दो प्रकारकी भट्टियोंका उपयोग किया जाता है। बेलजियन भट्टीमें पक्की मिट्टीकी नलियोंके बने हुए भभके होते हैं जिनका एक सिरा बन्द रहता है। भट्टीमें ये इस प्रकार रखे जाते हैं कि खुले सिरेकी ओर ढाल रहता है। दस्तम्को स्रवित करनेके लिये खुले सिरेमें एक लोहेकी नलिका लगा देते हैं। सिलेशियन भट्टी साधारण भभकेकी तरह होती है। इसमें पक्की मिट्टीकी खत्ती (muffle) होती है जिसमें दस्तओषिद और कार्बन भरदिया जाता है। इस खत्तीमें लोहेकी खत्ती लगी होती हैं खत्तीको नीचेसे गरम करते हैं और

दस्तम् नली द्वारा स्रवित होकर लोहेके-सन्दूकमें ठंडा किया जाता है।

संदस्तम्—दस्त-कलैण्डीमें २ से ३ प्रतिशत तक संदस्तम् भी होता है। संदस्तम् दस्तम्की अपेक्षा अधिक उड़नशील है अतः खनिजको भूंजकर कर्बन-द्वारा अवकृत होने पर स्रवण करनेसे संदस्तम् दस्तम् के पूर्वही स्रवित होने लगेगा। इस प्रकार कई बार स्रवण करनेसे शुद्ध संदस्तम् प्राप्त हो जावेगा।

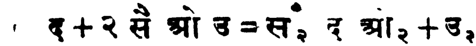
पारदम्—पारदका मुख्य खनिज सिनेबार (पारद-गन्धिद) है। खनिजसे धातु प्राप्त करनेके लिये इसे छेददार डाटों पर रखते हैं। छेदोंमेंसे गरम हवा प्रवाहित करते हैं। ऐसा करनेसे खनिजका गन्धक गन्धक-द्विओषिद बनकर उड़ जाता है और पारद भी स्रवित होने लगता है। ठंडे कमरोंमें पारदकी ये वाष्पें ठंडी कर ली जाती हैं।

इस प्रकार प्राप्त पारदधातुको हलके नोषिकाम्लके घोलके साथ संचालित करके शुद्ध किया जा सकता है। क्वार्ट्जकी कुप्पीमें क्षीण दबावमें स्रवित करनेसे शुद्ध पारा मिल सकता है।

धातुओंके गुण

मगनीसम्—यह अत्यन्त हलका धातु है। इसकी लच्छीको वायुमें जलानेसे अत्यन्त तीव्र श्वेत प्रकाश होता है। जलने पर यह मगनीस ओषिद, मओ, और मगनीस नोषिद, म$_3$नो$_2$, में परिवर्तित हो जाता है। मगनीस नोषिद जलके संसर्गसे अमोनिया देता है। मगनीसम्के चूर्णमें पांशुजहरेत या भार परौषिदको को मिलानेसे प्रबल विस्फोटक बनता है। यह क्षारोंमें नहीं घुलता है पर हलके अम्लोंमें घुल जाता है। इसके द्रवांक, घनत्व आदि पहले दिये जा चुके हैं।

दस्तम्—इसमें नीलापन लिये हुए सफेद रंग होता है। यह सख्त और भंजनशील धातु है। २०५°श पर यह खरलमें पीसी जा सकती है। इसके चूरेको आसानीसे जलाया जा सकता है। जलाने पर यह दस्त-ओषिद देता है। दस्तम् तांबेके साथ पीतल नामक धातु संकर देता है। लोहेके बर्त्तनोंको दस्तचूर्णके साथ गरम करनेसे उनपर दस्तम्की तह लग जायगी। साधारण बाटरियोंमें दस्तम्के छड़ धनध्रुवका कार्य्य करते हैं। दस्तम् हलके अम्लोंमें घुल जाता है और प्रक्रियामें उदजन निकलने लगता है। पांशुज या सैन्धकक्षारके गरम घोलोंमें भी यह घुल जाता है। घुलने पर सैन्धक या पांशुज दस्तेत लवण प्राप्त होता है और उदजन निकलने लगता है।



द + २ सै ओ उ = सै$_2$ द ओ$_2$ + उ$_2$

संदस्तम्—यह नरम नीलापन लिए हुए श्वेत धातु है। ८०°श पर यह भंजनशील हो जाता है। साधारण गुणोंमें यह दस्तम्के समान है। विशेष विद्युत् बाटरियोंमें इसका पारदमेल ऋणध्रुवका काम करता है।

पारदम्—साधारण बाजारके पारेमें थोड़ासा सीसा और तांबा भी मिला रहता है। पारा चांदीके समान चमकने वाली श्वेत द्रव धातु है। पारदमें अनेक धातु घुल जाते हैं। इस प्रकार पारदमेल (amalgam) बनते हैं। सैन्धक पारद मेल, सै पा$_2$, का उपयोग बहुत किया जाता है। पारदमें सैन्धकम्के छोटे-छोटे टुकड़े सुखाकर डालते हैं और खरलमें पीसते जाते हैं। पीसने पर हलका विस्फुटन होता है और चिनगारी निकलती हैं। सैन्धकम्की उपयुक्त मात्रा पड़ने पर पारा ठोस पड़ जाता है और पारद मेल बन जाता है।

पारदिक हरिदके घोलमें तांबेके छीलन डालने से तांबे पर पारा जम जायगा। प्रक्रिया निम्न प्रकार की होगी।



ता + पाह$_2$ = ताह$_2$ + पा

इसी प्रकार पारदिक हरिदके घोलमें स्फटम्का छीलन डालनेमें स्फुट-पारद-मिथुन बनता है।

पारद धातु पर उदहरिकाम्ल या हलके गन्धकाम्लका कोई प्रभाव नहीं होता है पर तीव्र गन्धकाम्लके साथ गरम किया जाय तो पारद गन्धेत बनेगा :—

पा + उ२₂ गओ₄ = पा गओ₄ + गओ₂ + २ उ₂ओ

पारद नोषिकाम्लमें घुल जाता है नोषजनके ओषिद निकलने लगते हैं। यह प्रक्रिया तांबेकी प्रक्रियाके समान है।

३ पा + ८ उ नो ओ₃

= ३ पा (नो ओ₃)₂ + ४ उ₂ओ + २ नोओ

पारेका उपयोग थर्मामीटर और दबाव मापकोंमें किया जाता है।

संयोग तुल्यांक और परमाणुभार

मगनीसम्—मगनीसम्का संयोग तुल्यांक इसका ओषिद बनाकर निकाला जाता है शुद्ध मगनीसम् तारकी ज्ञात मात्रा तौलकर नोषिकाम्लमें घोली जाती है। घोलको सुखा लेते हैं। इस प्रकार प्राप्त मगनीज नोषेतको गरम करनेसे मगनीस ओषिद मिलता है। इसे तौल लेते हैं। इस प्रकार प्रयोग करनेमें ज्ञात होगा कि ८ भाग ओषजन १२'१६ भाग मगनीसम् से संयुक्त होता है। अतः १२'१६ इसका संयोग तुल्यांक है।

मगनीसम्का आपेक्षिक ताप ०.२५ है जिसके अनुसार इसका परमाणु भार $\frac{६.४}{०.२५}$ अर्थात् २५.६ के लगभग हुआ। अतः मगनीसम्का परमाणु भार १२.१६ × २ = २४.३२ निश्चित किया गया है। मगनीसम् द्विशक्तिक है।

दस्तम्—दस्तम्का संयोग तुल्यांक भी इसके ओषिदकी परीक्षा करके निकाला गया है। इस प्रकार इसका संयोग तुल्यांक ३२.६८५ निकलता है। आपेक्षिक ताप ०.०९३५ है। अतः परमाणुभार $\frac{६.४}{०.०९३५}$ = ६८के लगभग है। अतः यह द्विशक्तिक है और परमाणुभार ३२.६८५ × २ = ६५.३७ है।

कदमम्—इसका भी संयोग तुल्यांक दस्तम्के समान निकला गया है। ५६.२ संयोग तुल्यांक है। इसका आपेक्षिक ताप ०.०५४ है अतः परमाणुभार $\frac{६.४}{०.०५४}$ = ११७ के लगभग हुआ। अतः यह भी द्विशक्तिक है और परमाणुभार ५६.२ × २ = ११२.४० है।

पारदम्—पारदम् अन्य सह-तत्वोंसे इस बातमें भिन्न है कि इसके दो प्रकारके लवण होते हैं। एक प्रकारके लवणोंमें यह सैन्धकम्के समान एक शक्तिक है और दूसरे प्रकारके लवणोंमें यह खटिकम्के समान द्वि-शक्तिक है। अतः पारदके दो संयोग तुल्यांक हैं। पारदके एक हरिदमें १००.३ भाग पारद ३५.५ भाग हरिन्के साथ संयुक्त है और दूसरेमें २००.६ भाग पारद उतने ही हरिन्से संयुक्त है। पारदका आपेक्षिक ताप ०.०३१९ है जिसके अनुसार परमाणुभार $\frac{६.४}{०.०३१९}$ = २०० के लगभग हुआ अतः एक प्रकारके लवणोंमें पारद एक शक्तिक है और दूसरेमें द्विशक्तिक और इसका परमाणुभार २००.६ है। जिन लवणोंमें पारद द्वि-शक्तिक है उन्हें पारदिक लवण कहते हैं और जिनमें वह एक शक्तिक है उन्हें पारदस लवण कहते हैं।

	पारदस	पारदिक
ओषिद	पा₂ओ	पा ओ
हरिद	पा ह	पा ह₂
नोषेत	पा नो ओ₃	पा (नो ओ₃)₂
नैलिद	पा नै	पा नै₂

ओषिद और उदौषिद

मगनीस ओषिद—मओ—इसको मगनीशिया भी कहते हैं। मगनीसम् धातुको वायु अथवा ओषजनमें जलानेसे मगनीस ओषिद बनता है। मगनीस कर्बनेत अथवा मगनीस नोषेतको गरम करनेसे भी यह प्राप्त होता है।

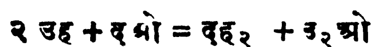
म क ओ₃ = म ओ + क ओ₂

मगनीस कर्बनेत या हरिदके घोलको सैन्धकक्षार

से अवक्षेपित करनेसे मगनीस उदौषिद, म (ओउ)$_2$ का अनघुल अवक्षेप प्राप्त होगा। इसे १००°श से ऊपर तापक्रम पर गरम करनेसे मगनीस ओषिद मिल जायगा। यदि मगनीस लवणके घोलमें अमोनिया डाला जाय तो भी उदौषिदका अवक्षेप मिलेगा पर यदि अमोनिया डालनेसे पूर्व इस घोलमें अमोनियम हरिदकी समुचित मात्रा डाली जाय और तदुपरान्त अमोनिया डाला जाय तो कोई अवक्षेप नहीं आवेगा। इस प्रक्रियाका विश्लेषण रसायनमें उपयोग किया जाता है। तृतीय समूहमें केवल लोह, ताम्रम और स्फटम्‌के उदौषिदोंका अवक्षेप आवे और मगनीसम् का न आवे, इसके लिये घोलमें अमोनियम हरिद डाल देते हैं और फिर अमोनियासे अवक्षेपित करते हैं।

मगनीस हरिद या गन्धेतके घोलमें अमोनियम हरिद डालकर अमोनियाकी अधिक मात्रा डालनेसे जो घोल मिलता है उसे मगनीसिया-मिश्रण कहते हैं। इसका उपयोग स्फुरेतोंकी मात्रा निकालनेमें किया जाता है।

दस्त ओषिद—द ओ—दस्तम् धातुके जलानेसे दस्त ओषिद प्राप्त होता है। इसे श्वेतदस्तम् भी कहते हैं। इसका दवाओंमें भी उपयोग होता है। दस्तगन्धेत का सैन्धक कर्बनेत द्वारा अवक्षेपित करनेसे दस्त-कर्बनेत मिलता है। इस कर्बनेतको गरम करनेसे दस्तओषिद मिल जाता है। यह श्वेत पदार्थ है पर गरम करनेपर गन्धकके समान पीला पड़ जाता है। ठण्डा हो जाने पर फिर सफ़ेद हो जाता है। इसे अम्लोंमें घोलनेसे दस्तम् लवण मिलते हैं:—



$$२ उह + द ओ = द ह_2 + उ_2 ओ$$

क्षारोंमें घोलनेसे यह क्षार-दस्तेत देता है:—



$$२ सै ओउ + द ओ = सै_2 द ओ_2 + उ_2 ओ$$

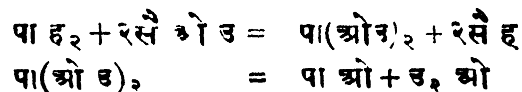
इस गुणमें दस्तम् मगनीसम्‌से भिन्न है। मगनीस ओषिद सैन्धकक्षारमें नहीं घुलता है।

दस्तम्‌के घुलनशील लवणोंके घोलमें सैन्धक या पांशुजक्षार डालनेसे दस्तउदौषिद, द (ओउ)$_2$ का श्वेत अवक्षेप मिलता है। इसे ८५°श तापक्रम पर शुष्क कर सकते हैं पर और अधिक तापक्रम तक गरम करनेसे यह ओषिदमें परिणत हो जाता है।

संदस्तम् ओषिद—संओ—यह भूरा चूर्ण पदार्थ है। संदस्त कर्बनेत अथवा नोषेतको गरम करनेसे यह भी मिल सकता है। संदस्त-धातुको जलानेसे भी यह मिल सकता है।

संदस्त-हरिदके घोलमें क्षारका घोल डालनेसे संदस्त उदौषिद, सं (ओउ)$_2$ का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। यह अवक्षेप सैन्धकक्षारकी अधिक मात्रा में भी घुलनशील नहीं है। दस्तउदौषिद सैन्धकक्षार-की अधिक मात्रामें घुल जाता है।

पारदिक ओषिद, पा ओ— पारदको क्वथनांक तक वायुमें गरम करनेसे पारद ओषिद बनाया जा सकता है। पारदिक नोषेतको धीरे धीरे गरम करनेसे भी मिल सकता है। पारदिक हरिदके घोलमें सैन्धकक्षार डालने पर पीला अवक्षेप प्राप्त होता है जो शीघ्र ही नारंगी रंगमें परिणत हो जाता है। प्रक्रियामें पहले उदौषिद, पा (ओउ)$_2$, बनता है जो शीघ्र ही में पारदिक ओषिदमें परिणत हो जाता है—



$$पा ह_2 + २सै ओउ = पा(ओउ)_2 + २सै ह$$
$$पा(ओउ)_2 = पा ओ + उ_2 ओ$$

पारदिक ओषिदको गरम करनेसे ओषजन निकल जाता है और यह पारदम् और ओषजनमें विभाजित हो जाता है। पारदिक ओषिदका रंग लाल होता है। यह जलमें थोड़ासा घुलनशील है।

पारदस ओषिद, पा$_2$ ओ—पारदस लवणके घोलमें सैन्धकक्षार, डालनेसे पारदस ओषिदका भूरा अवक्षेप मिलेगा।



$$२ पा ह + २ सै ओउ = पा_2 ओ + २सै ह + उ_2 ओ$$

गन्धिद

मगनीस गन्धिद, मग—मगनीस लवणके घोलमें उद-जन-गन्धिद वायव्य प्रवाहित करनेसे मगनीसगन्धिदका अवक्षेप नहीं मिलता है। पर यदि मगनीसम् धातुको

गन्धकके साथ गरम किया जाय तो मगनीस गन्धिद मिल सकता है। यह जलमें अनघुल है। मगनीस उद् गन्धिद, म (ग उ)$_2$ जलमें घुलनशील है।

दस्तगन्धिद—द ग-दस्तगन्धिद दस्तब्लैण्डी खनिज के रूपमें प्रकृतिमें पाया जाता है। यह गन्धिद श्वेत चूर्ण पदार्थ है। दस्तम्के लवणोंके घोलको अमोनिया द्वारा क्षारीय करके अथवा सिरकाम्ल द्वारा अम्लीय करके यदि इसमें उद्जन गन्धित प्रवाहित किया जाय तो दस्तगन्धिदका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। पर घोलमें यदि उदहरिकाम्लके समान प्रबल अम्ल होगा तो अवक्षेप नहीं आयगा।

संदस्त गन्धिद—सं ग-यह चटकीले पीले रंगका चूर्ण है जो हलके उदहरिकाम्लमें भी अनघुल है। अतः यदि संदस्तहरिदके घोलमें हलका नोषिकाम्ल, हलका उदहरिकाम्ल आदि अम्ल डालकर उद्जन गन्धिद प्रवाहित किया जाय तो संदस्त गन्धिदका पीला अवक्षेप मिलेगा। पर यदि संदस्तगन्धिदमें तीव्र उदहरिकाम्ल डाला जायगा तो यह घुल जायगा हलके गन्धकाम्लके साथ उबालने पर भी यह घुल सकता है। इन प्रक्रियाओंमें संदस्तम् दस्तम्की अपेक्षा भिन्न है।

पारदिक गन्धिद—पा ग-सिनेबार नामक खनिजके रूपमें यह पाया जाता है। यह लाल रवेदार है। पारद और गन्धकको साथ-साथ गरम करनेसे यह बनाया जा सकता है। गन्धक और पारदके मिश्रणमें थोड़ा सा जल और पांशुजक्षारका घोल डालकर पीसनेसे भी यह मिल सकता है। पारदिक हरिदके घोलमें थोड़ा सा उद्जन गन्धिद प्रवाहित करने पर पहिले तो श्वेत अवक्षेप आवेगा। पर यदि अधिक उद्जन गन्धिद प्रवाहित किया जाय तो पीला और अन्ततः काला अवक्षेप मिलेगा। यह गन्धिद उदहरिकाम्ल, नोषिकाम्लमें अनघुल है पर अम्लराजमें घुल जाता है। इस प्रकार इसको गन्धिद ताम्र, विशद, और संदस्तम्के गन्धिदोंमें पृथक् किया जा सकता है क्योंकि इनके गन्धिद तीव्र नोषिकाम्लमें घुलनशील हैं।

हरिद

मगनीस हरिद—म ह$_2$.६ उ$_2$ ओ—स्टैसफर्टमें पांशुज हरिदके साथ-साथ मगनीस हरिद भी मिलता है। इसके घोलका स्फटिकीकरण करनेपर पांशुज हरिदके रवे पहले पृथक् होने लगते हैं क्योंकि यह मगनीस हरिदकी अपेक्षा कम घुलनशील है। इन रवोंको पृथक् करनेके पश्चात् घोलमें मगनीस हरिद रह जाता है। घोलको सुखाकर मगनीस हरिद अलग कर लेते हैं। मगनीस हरिद श्वेत रवेदार पदार्थ है। यह वायुमें खुला छोड़नेपर शीघ्रही पसीजने लगता है। साधारण नमकमें भी थोड़ासा मगनीस हरिद रहता है। इसी कारण बरसातमें नमक खुला छोड़ने पर पानी-पानी हो जाता है। मगनीस हरिदको गरम करनेसे मगनीशिया मिलता है। इसके रवोंमें स्फटिकीकरणके ६ जलाणु होते हैं।

म ह$_2$ + ६ उ$_2$ ओ = म ओ + २ उह + ५ उ$_2$ ओ

पर यदि मगनीस हरिदके जलीय घोलको उदहरिकाम्लके प्रवाहमें गरम करें तो अनार्द्र मगनीस हरिद मिल सकता है।

दस्तहरिद—द ह$_2$.उ$_2$ ओ—गरम दस्तम् पर पर हरिन् गैस प्रवाहित करनेसे दस्तहरिद बनाया जा सकता है। दस्तम् चूर्णको उदहरिकाम्लके साथ गरम करनेसे भी यह मिल सकता है। यह भी शीघ्र ही पसीजने लगता है। जलमें यह घुलनशील है पर यदि सम्पृक्त घोलमें अधिक पानी डाला जायगा तो फिर अवक्षेप आ जायेगा। यह अवक्षेप दस्तओष हरिद का है—

द ह$_2$ + उ$_2$ओ = द (ओ उ) ह + उह

संदस्त हरिद—सं ह$_2$. २ उ$_2$ ओ—यह भी दस्त हरिदके समान है पर यह पसीजता नहीं है। इसमें नोना लग जाता है अर्थात यह अपना स्फटिकीकरण का जलाणु त्याग कर सूख जाता है।

पारदिक हरिद—पा ह$_2$—कोरोसिव सब्लीमेट—पारद और उदहरिकाम्लके संसर्गसे यह नहीं बनाया जा सकता है। पर यदि पारदिक गन्धेतको नमक-

के साथ गरम किया जाय तो यह मिल सकता है।

पा गओ$_4$ + २सै ह=पा ह$_2$ + सै$_2$ गओ$_4$

इसके रवे सूच्याकार श्वेत होते हैं। यह प्रबल-विष है। जलमें यह घुलनशील है। क्षार हरिदोंके साथ यह द्विगुण लवण, पांह, पाह$_2$ उ$_2$ओ के समान बनाता है। दबाव पर यदि यह गरम किया जाय तो २८८° श में पिघलने लगता हैं और ३०३ में उबलने लगता है। पारदिक हरिदके घोलमें अमोनियाका घोल डालनेसे श्वेत अवक्षेप मिलता है। यह अवक्षेप अनघुल पारदामिन हरिद का है।

पाह$_2$ + नोउ$_3$=पा (नोउ$_2$) ह + उ$_3$ह

यह स्मरण रखना चाहिये कि अमोनियाके स्थान में सैन्धकक्षारका घोल पारदिक हरिदमें डालनेसे पारदिक ओषिदका पीला अवक्षेप मिलेगा।

पारदस हरिद—(केलोमल) पाह—पारदस नोषेत-के घोलमें उदहरिकाम्ल या किसी हरिदका घोल डालनेसे पारदस हरिदका श्वेत अवक्षेप मिलेगा।

पारा और पारदिक हरिदके मिश्रणको पीसकर गरम करनेसे भी यह मिल सकता है। पारदस हरिद गरम करनेपर उड़ जाता है और इसकी वाष्पोंमें पारद और पारदिक हरिद दोनों विद्यमान रहते हैं। यह जल और हलके अम्ल में अनघुल है। (पारदिक हरिद जलमें घुलनशील है) अम्ल-राजके साथ उबालने पर यह पारदिक हरिद में परिणत होता है। पारदिक हरिदको वंगस हरिद, स्फुरसाम्ल आदि अवकारक पदार्थों द्वारा प्रभावित करनेसे पारदस हरिदका अवक्षेप मिलेगा।

वह$_2$ + २पा ह$_2$=वह$_4$ + २पा ह

और अधिक वंगस हरिद यदि साथमें विद्यमान हो तो पारदस हरिदका भी अवकरण हो जाता है और पारद रह जाता है—

२ पाह + वह$_2$=वह$_4$ + २ पा

पारदस हरिदमें अमोनिया डालनेसे काला पदार्थ मिलता है। इसमें कुछ पारद होता है और कुछ अन्य अमिनो यौगिक।

पारदिक नैलिद—पानै$_2$—पारद और नैलिन्को खरलमें साथ-साथ पीसनेसे पारदनैलिदका सुन्दर लाल चूर्ण मिलेगा। पारदिक हरिदमें पांशुज नैलिद-का घोल डालने से भी इसका नारंगी अवक्षेप मिलता है पर यदि अधिक पांशुज नैलिद डाल दिया जाय तो यह अवक्षेप फिर घुल जाता है क्योंकि एक द्विगुण लवण बन जाता है।

२पां नै + पा ह$_2$=पा नै$_2$ + २ पां ह

पा नै$_2$ + २ पां नै=पां$_2$पानै$_4$

इस द्विगुण लवणके घोलको सुखाने पर पीले रवे प्राप्त होंगे। पारदस अरुणिद, पा$_2$ रु$_2$ और पारदस नैलिद पा$_2$ नै$_2$ पारदस हरिद के समान हैं। अरुणिद श्वेत होता है और नैलिद पीला।

गन्धेत

मगनीस गन्धेत - इप्सम लवण-मगओ$_4$ ७उ$_2$ओ-यह घुलनशील लवण विरेचक पदार्थके रूपमें बहुत उपयुक्त होता है। कीसेराइट लवण भी मगनीस गन्धेत है पर इसमें स्फटिकीकरणका एक जलाणु है। यह जलमें अनुघुल है। इप्सम लवणको १५० श तक गरम करनेसे भी यह प्राप्त होता है। मगनीस गन्धेत और पांशुज-गन्धेतकी तुल्यमात्रायें जलमें घोल कर स्फटिकीकरण करनेसे पांशुज मगनीस गन्धेत, मगओ$_4$ पां$_2$ गओ$_4$ ६ उ$_2$ ओ, द्विगुण लवण मिलता है।

दस्त गन्धेत - दगओ$_4$ ७उ$_2$ओ—इप्सम लवण और दस्त गन्धेत दोनों समरूपी हैं और दोनोंमें स्फटिकीकरणके सात जलाणु हैं। दस्त ब्लैण्डीको अधिक वायुमें भूंजनेसे दस्त गन्धेत प्राप्त होता है।

दग + २ ओ$_2$=दगओ$_4$

दस्तम् धातुको हलके गन्धकाम्ल द्वारा प्रभावित करनेसे भी दस्तगन्धेत मिलता है और उदजन निकलने लगता है। यह जलमें घुलनशील श्वेत पदार्थ है।

सदस्त गन्धेत—संगओ$_4$ उ$_2$ओ यह भी दस्त गन्धेतके समान है पर इसके रवोंमें एक ही जलाणु है। यह जल में घुलनशील श्वेत पदार्थ है।

पारदिक गन्धेत—पा ग ओ_4—पारदको तीव्र गन्धकाम्ल के साथ उबालनेसे यह मिल सकता है। यह श्वेत घुलनशील पदार्थ है।

पारदस गन्धेत—$\text{पा}_2\ \text{गओ}_4$—पारदस नोषेतके घोलमें गन्धकाम्ल डालनेसे पारदस गन्धेतका श्वेत अवक्षेप मिलता है। पारदकी अधिक मात्रा लेकर तीव्र गन्धकाम्ल द्वारा प्रभावित करनेसे भी पारदस गन्धेत मिल सकता है यह श्वेत रवेदार अनघुल पदार्थ है।

नोषेत और नोषिद

मगनीस नोषेत—$\text{म (नो ओ}_3)_2$—मगनीसम् को नोषिकाम्लमें घोलनेसे मगनीस नोषेत मिलता है। गरम करनेसे यह मगनीस ओषिदमें विभाजित हो जाता है।

मगनीस नोषिद—$\text{म}_3\ \text{नो}_2$—मगनीसम् धातु को नोषजनमें जलाने से मगनीस नोषिद मिलता है। मगनीस ओषिद जलके प्रभावसे अमोनिया देने लगता है।

$$\text{म}_3\text{नो}_2 + ६\text{उ}_2\ \text{ओ} = ३\ \text{म (ओउ)}_2 + २\ \text{नोउ}_3$$

दस्त नोषेत—$\text{द (नोओ}_3)_2\ ६\text{उ}_2\ \text{ओ}$—यह भी दस्तम् और नोषिकाम्लके संसर्गसे बनाया जा सकता है। गरम करने पर यह भी दस्त ओषिदमें परिणत हो जाता है। खुला छोड़नेपर यह पसीजने लगता है।

पारदिक नोषेत—$\text{पा (नोओ}_3\ )_2$—पारद को अधिक नोषिकाम्लके साथ उबालनेसे पारदिक नोषेत बनता है।

पारदस नोषेत—पा नो ओ_3—पारद को हलके नोषिकाम्लमें घोलनेसे यह बनता है। पारदिक नोषेत को पारद धातुसे संचालित करने से भी यह मिल सकता है।

$$\text{पा (नोओ}_3)_2 + \text{पा} = २\ \text{पा नो ओ}_3$$

पारदस नोषेत को नोषिकाम्लके साथ उबालनेसे पारदिक नोषेत बनता है।

$$४\ \text{पा नो ओ}_3 + ६\text{उ नो ओ}_3$$
$$= ४\ \text{पा (नोओ}_3)_2 + \text{नोओ} + \text{नोओ}_2 + ३\text{उ}_2\text{ओ}$$

यह जलमें घुलनशील है।

कर्बनेत

मगनीस कर्बनेत—मकओ_3—यह मगनेसाइट, डोलो माइट, आदि खनिजोंमें अन्य धातुओंके साथ विद्यमान रहता है। डोलो माइटसे अन्य मगनीस लवण भी बनाये जाते हैं। खनिजको हलके गन्धकाम्लमें संचालित करते हैं। प्रक्रियामें घुलनशील मगनीस गन्धेत और अनघुल खटिक गन्धेत बन जाते हैं। इस प्रकार मगनीस गन्धेत को पृथक किया जा सकता है।

इस सम लवणमें सैन्धक कर्बनेतका घोल डालनेमें शुद्ध मगनीस कर्बनेत, मकओ_3, का नहीं पर मिश्रित कर्बनेतका श्वेत अवक्षेप मिलता है जिसे मगनीसिया अल्बा कहते हैं मगनीस कर्बनेत शुद्ध जलमें खटिक कर्बनेत की अपेक्षा भी अधिक अनघुल है पर जलमें यदि कर्बनद्विओषिद हो तो घुलनशीलता बहुत बढ़ जाती है। मगनीस कर्बनेत अमोनियम लवणोंमें भी घुलनशील है। यदि मगनीस गन्धेतके घोलमें अमोनियम हरिद डालकर सैन्धक कर्बनेतका घोल डाला जाय तो कोई अवक्षेप नहीं मिलेगा।

दस्त कर्बनेत—द क ओ_3—दस्त गन्धेतके घोलमें सैन्धक कर्बनेतका घोल डालनेसे दस्त कर्बनेतका अवक्षेप मिलता है। यह खनिजोंमें भी पाया जाता हैं।

स्फुरेत

$$\text{म (नोउ}_4\text{) स्फु ओ}_4$$

मगनीस अमोनियम स्फुरेत—मगनीस हरिदमें अमोनियम हरिद और अमोनिया डालकर सैन्धक स्फुरेत डालनेसे मगनीस अमोनियम स्फुरेतका अवक्षेप मिलता है।

$$\text{मह}_2 + \text{नोउ}_4\ \text{(ओउ)} + \text{सै}_2\ \text{उ स्फु ओ}_4$$
$$= \text{म नोउ}_4\ \text{स्फुओ}_4 + २\ \text{सैह} + \text{उ}_2\text{ओ}$$

गरम करनेसे मगनीस पर स्फुरेत, $\text{म}_2\ \text{स्फु}_2\ \text{ओ}_7$ मिलता है।

$$२\ \text{म नोउ}_4\ \text{स्फुओ}_4 = \text{म}_2\ \text{स्फु}_2\ \text{ओ}_7 + २\ \text{नोउ}_3 + \text{उ}_2\ \text{ओ}$$

इस विधिका उपयोग मगनीसम् एवं स्फुरेतों की मात्रा निकालने में किया जाता है।

बाइसवां अध्याय

टंकम् और स्फटम्

[Boron and Aluminium.]



आवर्त संविभागके तृतीय समूहमें टंकम्, स्फटम्, स्कन्दम्, गालम्, यित्रम्, नीलम्, और थैलम् तत्व हैं। इनमें से टंकम्, स्फटम्, गालम्, और थैलम् मुख्य हैं। इन तत्वोंके परमाणुभार आदि भौतिक गुण नीचे की सारिणीमें दिये जाते हैं—

इस सारिणी को देखनेसे पता चलेगा कि तत्वोंका ज्यों ज्यों परमाणुभार बढ़ता जाता है घनत्वमें भी वृद्धि होती जाती है पर आपेक्षिकताप कम होता जाता है। गालम् तत्व दस्तब्लैरडी और बौक्साइट खनिजोंमें पाया जाता है। यह २९.७५° पर ही गलने लगता है अतः यह भी ग्रीष्म ऋतुमें पारदके समान द्रव तत्व माना जा सकता है।

तत्व	संकेत		परमाणुभार	घनत्व	द्रवांक	क्वथनांक	आपेक्षिकताप
टङ्कम्	ट	B	१०९.	२.५?	२०००°-२५.०°	—	.३०७
स्फटम्	स्फ	Al	२७.१	२.६५	६५७°	१८००	.२१९
गालम्	गा	Ga	७०.१	५.९५	३०.२	—	.०७९
थैलम्	थै	Tl	२०४.०	११.३	१६९०	—	.०२८

खनिज

टंकम्—टंकम्में तृतीय समूहके अन्य समूहों की अपेक्षा आम्ल-गुण अधिक हैं। शैलम्के समान इसके अम्ल-लवणों को टंकेत (borate) कहते हैं। सुहागा या बोरेक्स, सै$_{२}$ ट$_{४}$ ओ$_{७}$. १०उ$_{२}$ ओ, में से टंकम् तत्व प्राप्त किया जाता है। इस सुहागासे ही बहुधा अन्य लवण तैयार किये जाते हैं। सुहागा मुख्यतः केलीफोर्नियाकी बोरेक्स झीलसे प्राप्त होता है। निम्न खनिजोंसे भी तैयार किया जा सकता है:—

कोलीमेनाइट—ख$_{२}$ ट$_{६}$ ओ$_{११}$·५ उ$_{२}$ ओ—एशिया माइनर और अमरीका में।

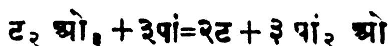
बोरेसाइट—२ म$_{३}$ ट$_{८}$ ओ$_{१५}$· मह$_{२}$—स्टैसफर्टमें

स्फटम्—यह तत्व बहुत विस्तारसे पाया जाता है। पृथ्वीके पृष्ठ तलमें ७.३ प्रतिशतके लगभग यह शैलेत रूपमें मिलता है। फेल्सपार, टूरमेलिन, माइका आदि खनिजोंमें यह विद्यमान रहता है। मिट्टीमें यह स्फ$_{२}$ ओ$_{३}$. २ शै ओ$_{२}$ २ उ$_{२}$ ओ रूपमें रहता है। बौक्साइट, स्फ$_{२}$ ओ$_{३}$; कोरण्डम् स्फ$_{२}$ ओ$_{३}$; फेल्स-

पार, पां स्फ शै₃ ओ₈, केओलिन स्फ₂ ओ₃. २शै-ओ₂ २ उ₂ ओ, क्रायोलाइट, सै₃ स्फ प्ल₆ इसके मुख्य खनिज हैं।

उपलब्धि

टङ्कम्—यह बहुधा टंकिकाम्ल (बोरिकाम्ल) से तैयार किया जाता है। टंकिकाम्ल सुहागा और खनिजाम्लके संसर्गसे बनता है। सं० १८५६ वि०में डेवीने टंकिकाम्लका विद्युत्-विश्लेषण करके इसे तैयार किया था। इसके अतिरिक्त यदि गरम करके गलाये हुए टङ्किक ओषिद ट₂ ओ₃, को पांशुजम्के साथ गरम करें तो भी टङ्कम् तत्व मिल सकता है:—



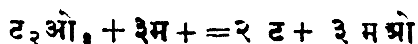
ट₂ ओ₃ + ३पां = २ट + ३ पां₂ ओ

गेलूसक और थेनार्डने इसी विधिका व्यापारिक मात्रामें उपयोग किया। यदि टङ्किक ओषिदके स्थान पर पांशुज-टङ्क-प्लविद, पांटप्ल₄, को पांशुजम्के साथ गरम किया जाय तो टङ्कम् और भी अधिक शीघ्र मिल सकता है।



पांटप्ल₄ + ३ पां = ट + ४ पांप्ल

पर सबसे सरल विधि यह है कि टंकिक ओषिद को मगनीसम् चूर्णके साथ गरम किया जाय:—



ट₂ओ₃ + ३म + = २ ट + ३ मओ

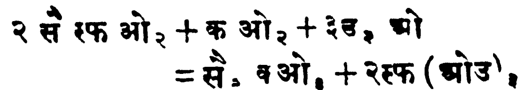
इस प्रकार प्राप्त पदार्थमें हलका उदहरिकाम्ल (१ : २) डालनेसे टङ्कम् अनघुल रह जायगा और घुलनशील मगनीसम् हरिद छानकर अलग कर लिया जा सकता है।

स्फटम्—मिट्टीसे स्फट-धातु प्राप्त करनेकी कोई विधि अबतक ज्ञात नहीं हुई है। बहुधा बौक्साइट से ही स्फटम् प्राप्त किया जाता है। इस विधिके लिये यह आवश्यक है कि स्वच्छतम स्फट ओषिद प्राप्त किया जाय। बौक्साइटमें लोह आदि की अशुद्धियां होती हैं। इसके लिये दो विधियां हैं:—

(अ) जर्मन विधि—बौक्साइटको सैन्धक कर्बनेत के साथ गरम करके इसे सैन्धक स्फटेत, सै स्फओ₂ में परिणत कर लेते हैं।

स्फ₂ ओ₃ + २ सै ओउ = २ सै स्फओ₂ + उ₂ ओ

फिर इस सैन्धक-स्फटेतके घोलमें कर्बन द्विओषिद प्रवाहित करके स्फट-उदौषिद को अवक्षेपित कर लेते हैं:—

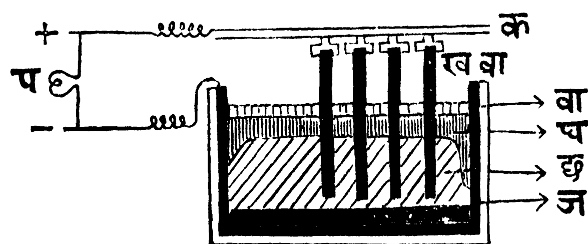


२ सै स्फ ओ₂ + क ओ₂ + ३उ₂ ओ = सै₂ कओ₃ + २स्फ (ओउ)₃

स्फट उदौषिद को तप्त करनेसे शुद्ध स्फट ओषिद, स्फ₂ ओ₃, मिल जाता है।

(ब) बायर विधि—८० पौण्ड दबावके अन्दर बौक्साइट को सैन्धक उदौषिद क्षार द्वारा संचालित करते हैं। इस प्रकार सैन्धक स्फटेत मिल जाता है और अनघुल लोह ओषिद अलग हो जाता है। इस घोलमें अवक्षेपित स्फट ओषिद डालते हैं जिसमें सम्पूर्ण स्फट ओषिद श्वेत सूक्ष्म चूर्णके रूपमें अवक्षेपित हो जाता है। इसको गरम करके शुद्ध स्फट ओषिद प्राप्त कर लेते हैं।

इस प्रकार प्राप्त स्फट ओषिद को विद्युत् भट्टीमें गरम करके विद्युत् विश्लेषण करते हैं। विद्युत भट्टी का चित्र नीचे दिया जाता है।



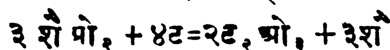
क=कर्बन धनोद
ख=कर्बन-तह
ग=ढलवा लोह का पात्र
घ=जमे हुए स्फट ओषिद की पपड़ी
छ=पिघला हुआ स्फट ओषिद
ज=पिघली हुई स्फट धातु
प=नियमित करने के लिये कम वोल्टेजका लम्प

विद्युत् विश्लेषणके लिये स्फट ओषिदको लोहके बर्तनमें रखते हैं। यह बर्तन ऋणोदका काम देता है।

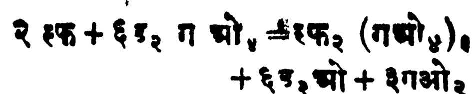
घनोद कर्बनकी छड़ोंके होते हैं। स्फट ओषिदकी बाधाके कारण बड़ी गरमी पैदा होती है जिससे स्फट ओषिद गल जाता है। इसके उपरान्त विद्युत् विश्लेषण प्रक्रिया आरम्भ होती है। स्फट धातु नीचे तहमें बैठ जाती है और ओषजन घनोद पर जाकर कर्बन एकौषिदमें परिणत हो जाता है और बाहर उड़ जाता है। यदि स्फट ओषिदके साथ थोड़ा सा क्रायोलाइट भी मिला दिया जाय तो पिघलने में आसानी होती है।

धातुओंके गुण

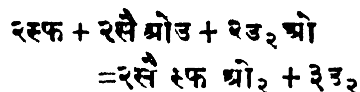
टंकम्—इसके द्रवांक घनत्व आदि पूर्व सारिणी में दिये जा चुके हैं। टंकम् साधारण तापक्रमपर वायुसे प्रभावित नहीं होता है पर ७०० तक गरम करनेसे यह ओषिद एवं वायुका नोषजन ग्रहण करके टंक नोषिद, टनो, में परिणत हो जाता है। उपर्युक्त विधियोंसे प्राप्त टंकम् चूर्ण रूपमें होता है। रवादार बनानेके लिये इसे स्फटम् धातुके साथ गलाते हैं। मिश्रणको ठंडा करनेपर गले हुए स्फटम्के पृष्ठतल पर टंकम्के रवे पृथक् होने लगते हैं जिन्हें अलग कर लिया जाता है। बालूके साथ टंकम्को गरम करने से शैलम् पृथक् हो जाता है।—


३ शैओ$_2$ + ४ट = २ट$_2$ओ$_3$ + ३शै

स्फटम्—यह नीलापन लिए हुए श्वेत धातु है। इसका पृष्ठतल वायुमें अप्रभावित बना रहता है क्योंकि ऊपर ओषिदकी एक पतली तह बन जाती है। स्फटम्-पत्र या छीलन foil or filings) को पारदिक हरिदके घोलमें डालनेसे स्फट के ऊपर बुदबुदे दिखाई पड़ेंगे और स्फट-पारद-मेल बन जायगा। शुद्ध जलका स्फटम् पर कम प्रभाव पड़ता है पर खारी जल द्वारा स्फटम् में छिद्र हो जाते हैं। शुद्ध स्फटम् पर हलके एवं तीव्र नोषिकाम्लका कुछ भी प्रभाव नहीं होता है। हलके गन्धकाम्लका भी कुछ असर नहीं होता पर तीव्र गन्धकाम्ल द्वारा गरम करने पर गन्धक द्विओषिद निकलने लगता है—


२ स्फ + ६ उ$_2$ ग ओ$_4$ = स्फ$_2$ (गओ$_4$)$_3$
+ ६ उ$_2$ओ + ३गओ$_2$

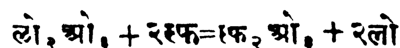
क्षारोंके घोलमें स्फटम् शीघ्र घुल जाता हैं और स्फटेत (aluminate) बन जाते हैं।


२स्फ + २सै ओउ + २उ$_2$ओ
= २सै स्फ ओ$_2$ + ३उ$_2$

घोलमें इन स्फटेतोंका उदविश्लेषण होने पर स्फट उदौषिद अवक्षेपित हो जाता है—

सै स्फ ओ$_2$ + २उ$_2$ओ = सै ओउ + स्फ (ओउ)$_3$

यदि स्फटम् और लोह ओषिदके मिश्रणको घरिया में मगनीसम तार द्वारा जलाया जाय तो इतना ताप जनित होता है कि अवकृत लोहा पिघल जाता है :—


लो$_2$ओ$_3$ + २स्फ = स्फ$_2$ओ$_3$ + २लो

इस विधिका उपयोग गोल्डश्मित की तप्त-विधि (thermit process) में धातु ओषिदोंके अवकरण करनेके लिये किया जाता है। लोहेके टूटे बरतनोंके जोड़नेमें भी इसका उपयोग होता है।

स्फटम्के बहुतसे धातु संकरोंका भी उपयोग किया जाता है। हलके होनेके कारण वायुयान, मोटर कार, आदि में इसका उपयोग किया जाता है। मुख्य धातु संकर ये हैं —

मगनेलियम—९०-९८% स्फट + १०—२% मगनीसम्

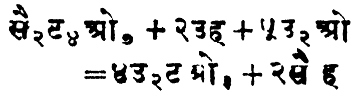
डेरेलुमिन—९४.४ स्फट + ०.९५ मगनीसम् + ४.५ तांबा + ०.७६ मांगनीज—इसका वायुयान में में उपयोग होता है।

स्फटकांसा—९० ताँबा + १० स्फट

टंकम्के ओषिद और अम्ल

टंक ओषिद, ट$_2$ ओ$_3$, यह टंकिकाम्लको रक्त तप्त करनेसे प्राप्त होता है। टंकम्को वायुमें जलाने पर भी यह बन सकता है। यह श्वेत चूर्ण है और श्वेतताप पर ही उड़नशील है। जलके संसर्गसे यह टंकिकाम्लमें परिणत हो जाता है।

टंकिकाम्ल—बोरिक एसिड—$उ_{३}टओ_{३}$—बोरेक्स यानी सुहागाको उदहरिकाम्ल आदि खनिजाम्लोंसे प्रभावित करनेसे यह प्राप्त होता है। ठंडे पानीमें यह कम घुलनशील है पर गरम जलमें भली प्रकार घुल जाता है। इसका घोल आँखोंके धोने में बहुत उपयुक्त होता है।



$$सै_{२}ट_{४}ओ_{७} + २उह + ५उ_{२}ओ = ४उ_{३}टओ_{३} + २सैह$$

टसकेनीके ज्वालामुखी प्रदेशोंमें विशेष करके भापके फव्वारे निकलते रहते हैं जिन्हें सफियोनी (Suffioni) कहते हैं। इन फव्वारोंमें भाप, नोषजन, अमोनिया और टंकिकाम्लका थोड़ासा अंश होता है। ऐसा अनुमान है कि टंक नोषिद, टनो, पर परितप्त भापका प्रभाव पड़नेसे टंकिकाम्ल बन जाता है, और उड़नशील होनेके कारण यह अम्ल फव्वारेमें पहुँच जाता है। टसकेनीमें टंकिकाम्लका बहुत व्यवसाय होता है। दो तीन सफियोनीके चारों ओर बड़े बड़े हौज बना देते हैं। यहां भापको पानी द्वारा द्रवीभूत करते हैं। इस प्रकार टंकिकाम्लका हलका घोल मिलता है। इस घोलको उन्हीं फव्वारोंकी गरमीसे तपाकर गाढ़ा कर लेते हैं। विशेषता यही है कि किसी प्रकारका बाहरी ईंधन खर्च नहीं करना पड़ता है। इस गाढ़े द्रवको फिर दूसरे हौजमें भेजते हैं। वहाँ यह और गाढ़ा हो जाता है। पर्वतीय स्थलोंमें ये हौज ढालपर एक दूसरेके नीचे बनाये गये हैं और नालियों द्वारा एकका द्रव दूसरे हौजमें आसानीसे भर दिया जाता है। इस प्रकार कई हौजोंमें गरम होनेके बाद, जब घोलमें लगभग २ प्रतिशत टंकिकाम्ल हो जाता है, सीसा-धातुके कड़ाहोंमें द्रवको भापद्वारा गरम करते हैं। टंकिकाम्लके रवे पृथक् होने लगते हैं जिन्हें अलग करके सुखा लेते हैं।

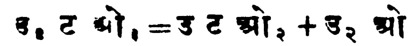
टंकिकाम्लके लवण—टंकेत—टंकिकाम्ल स्फुरिकाम्लके समान निर्बल अम्ल है। लिटमस-द्योतक पत्र या घोलपर इसका उतना ही प्रभाव होता है जितना कार्बनिकाम्ल का। नारंगी दार्शक (मिथाइल आरेंज) पर इसका असर नहीं होता है। यह तीन प्रकारके अम्लोंके लवण देता है:—

पूर्व टंकिकाम्ल—orthoboric acid—$उ_{३}टओ_{३}$

मध्य टंकिकाम्ल—meta boric—$उटओ_{२}$

उष्म टंकिकाम्ल—pyroboric—$उ_{२}ट_{४}ओ_{७}$

उष्म टंकिकाम्लके लवण अधिक प्रसिद्ध हैं। साधारण टंकिकाम्ल पूर्व टंकिकाम्ल है। इसके रवे मुलायम चिकने और रेशमसे चमकने वाले होते हैं। १००° श तक गरम करनेसे पूर्व टंकिकाम्ल जल त्याग करके मध्य टंकिकाम्लमें परिणत हो जाता है।



$$उ_{३}टओ_{३} = उटओ_{२} + उ_{२}ओ$$

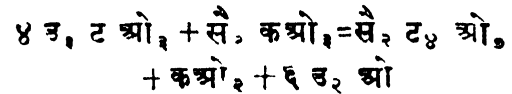
पूर्व टंकिकाम्लको १४०° श तक गरम करनेसे उष्म टंकिकाम्ल मिलता है।

$$४उ_{३}टओ_{३} = उ_{२}ट_{४}ओ_{७} + ५उ_{२}ओ$$

यदि रक्त तप्त किया जाय तो टंकिक ओषिद, $ट_{२}ओ_{३}$, मिल जायगा।

पूर्व टंकेत—मगनीस टंकेत, $म_{३}(टओ_{३})_{२}$ और ज्वलील टंकेत $ट(ओक_{२}उ_{५})_{३}$, मुख्य हैं।

उष्म टंकेत—पूर्व टंकिकाम्लमें सैंधक कर्बनेत या सैन्धक उदौषिद डालनेसे उष्म टंकेत बनता है, न कि पूर्व टंकेत। इसको ही सुहागा या बोरेक्स, $सै_{२}ट_{४}ओ_{७}$, कहते हैं।



$$४उ_{३}टओ_{३} + सै_{२}कओ_{३} = सै_{२}ट_{४}ओ_{७} + कओ_{२} + ६उ_{२}ओ$$

तिब्बत आदि स्थानोंमें सुहागाके रवे पाये जाते हैं। इनमें स्फटिकीकरणके १० जलाणु होते हैं। इन रवोंको गरम करनेपर जलाणु निकल जाते हैं और सुहागा फूल जाता है। और अधिक गरम करने पर यह पिघल कर अनार्द्र हो जाता है। इसे अब सुहागा-कांच, (borax glass) कहते हैं। अनेक धातुओंके ओषिद इस कांचमें घुल जाते हैं और घुलकर अलग अलग विशिष्ट रंग देते हैं। इन रंगोंको देखकर अनेक धातुओंकी पहिचानकी जा सकती है। एक

कांचकी नली लो, जिसमें प्लाटिनम् तार लगा हो। इस तारके सिरेको ज़रासा मोड़ लो। तारमें अब थोड़ा सा सुहागा लो और बुन्सन दग्धक पर गरम करो। सुहागा पिघलने लगेगा। रक्त तप्त होने पर प्लाटिनम् तारके सिरे पर कांचकी एक पारदर्शक घुंडी दिखाई पड़ेगी। ताम्र, कोबल्ट, मांगनीज़ आदिक लवण इस घुंडीसे छुआओ और गरम करो। अब देखो कि सुहागाकी घुंडीमें कैसा रंग है। कोबल्ट नीला रंग देता है, मांगनीज़ हरा। घुंडियोंमें धातुओंके मध्य टंकेत बनते हैं।

सै$_2$ ट$_4$ ओ$_7$ + ताओ = ता (टओ$_2$)$_2$ + २ सै टओ$_2$

मध्य टंकेत—धातु लवणोंके घोलमें सुहागाका घोल डालनेसे मध्य टंकेत अवक्षेपित होते हैं। भारहरिदसे भार मध्य टंकेत निम्न प्रकार मिलता है—

सै$_2$ ट$_4$ ओ$_7$ + भह$_2$ + उ$_2$ ओ
= भ (ट ओ$_2$)$_2$ + २सै ह + २ उ ट ओ$_2$

सुहागाको सैन्धक कर्बनेतके साथ गलानेसे भी सैन्धक मध्य टंकेत प्राप्त होता है।

सै$_2$ ट$_4$ ओ$_7$ + सै$_2$ क ओ$_3$ = ४ सै ट ओ$_2$ + कओ$_2$

टंकेत और टंकिकाम्लकी पहिचान—१. टंकिकाम्लमें या टंकेतको उदहरिकाम्ल द्वारा आम्ल बनाकर घोलमें हल्दीसे रंगा हुआ कागज़ डुबाया जाय तो यह कागज़ सूखने पर लाल पड़ जायगा।

२. सुहागामें थोड़ा सा ज्वलील मद्य मिलाओ। फिर इसमें थोड़ासे तीव्र गन्धकाम्ल भी मिलादो। अच्छी तरह हिलाकर मद्यको दग्धकको ज्वालासे जला दो। टंकेत या सुहागाकी विद्यमानतामें घोलकी ज्वालामें हरा रंग दिखाई पड़ेगा। यह हरी ज्वाला ज्वलील टंकेतकी ज्वाला है।

टंकम्के अन्य यौगिक

टंकिक उदिद (hydride)—टंकिक ओषिद, ट$_2$ ओ$_3$, और मगनीसम् चूर्णके समभार लेकर गरम करनेसे मगनीस टंकिद बनता है। यह टंकिद अम्लोंके संसर्गसे विचित्र गन्धकी एक गैस देता है जो हरी ज्वालासे जलती है। रैमज़ेका विचार है कि इसमें कई तरहके टंकिक उदिद हैं।

टंकिक प्लविद, टप्ल$_3$, टंकम् प्लविन् गैसमें जल उठता है और टंकप्लविद बन जाता है। फ्लोरस्पार (खटिक प्लविद), टंकिक ओषिद, और तीव्र गन्धकाम्लको भभकेमें गरम करनेसे भी यह मिल सकता है—

ट$_2$ ओ$_3$ + ३ ख प्ल$_2$ + ३ उ$_2$ ग ओ$_4$
= २ ट प्ल$_3$ + ३ ख ग ओ$_4$ + ३ उ$_2$ ओ

यह प्लविद गैस है और पारदके ऊपर संचित की जा सकती है। नम वायुमें यह धुंआदार हो जाती है।

टंकिक हरिद, ट ह$_3$, टंकम् चूर्णको हरिन्में जलानेसे यह मिलता है। टंकिक ओषिद और कोयलेके मिश्रणको तपाकर हरिन् प्रवाहित करनेसे भी यह मिल सकता है:—

ट$_2$ओ$_3$ + ३ क + ३ ह$_2$ = २ ट ह$_3$ + ३ क ओ

यह द्रव है और जलके संसर्गसे उदविश्लेषित हो जाता है—

ट ह$_3$ + ३ उ$_2$ ओ = उ$_3$ ट ओ$_3$ + ३ उ ह

टंकिकनोषिद, ट नो—टंकम्को नोषजनमें तप्त करनेसे टंकनोषिद बनता है।

सुहागाको अमोनियम हरिदके साथ गरम करनेसे भी नोषिद प्राप्त हो सकता है—

सै$_2$ट$_4$ओ$_7$ + ४ नोउ$_4$ह
= ४ ट नो + २ सै ह + २ उ ह + ३ उ$_2$ ओ

यह श्वेत पदार्थ है जो गलाया नहीं जा सकता है। क्षार, अम्ल और हरिन् द्वारा रक्तताप पर भी प्रभावित नहीं होता है।

स्फटम् के यौगिक

स्फट ओषिद, स्फ$_2$ ओ$_3$—कोरण्डम् खनिजमें यह पाया जाता है। अनेक रंग बिरंगे रत्न इस कोरण्डमकी जातिके पाये जाते हैं—

औरियंटल टोपाज पीला होता है, नीलम (सैफाइर) नीला होता है। इसका नीला रंग कोबल्टम्, रागम्, और टिटेनम्के ओषिदोंके कारण होता है। लाल या रूबी राग-ओषिदके कारण लाल होता है। ओरियंटल एमीथीस्ट मांगनीजके कारण बैंगनी होता है।

कृत्रिम लाल (रूबी) स्फट ओषिद और राग ओषिद (२.५°/॰) से बनाया जाता है। दोनों के मिश्रणको ओषउदजन ज्वालाके मध्य भागमें होकर गिरते हैं। पिघले हुए पदार्थको स्फट ओषिदके छड़ पर रोक लेते हैं। यहां यह रवेदार बन जाता है और छड़ परसे इसे अलग काट लेते हैं। कृत्रिम नीलम (सैफ़ाइर) में १.५°/॰ लोहिक ओषिद, लो॰ ओ४ और ०.५°/॰ टि ओ२, स्फट ओषिदमें मिलाया जाता है।

जब किसी स्फटलवण (फिटकरी) आदिमें अमोनिया या सैन्धक क्षार डाला जाता है तो श्वेत मिलदार अवक्षेप प्राप्त होता है। यह स्फट उदौषिद, स्फ (ओउ)३ का अवक्षेप है। इसको रक्ततप्त करनेसे स्फट ओषिद, स्फ२ओ३ प्राप्त होता है। साधारणतः यह ओषिद खनिजाम्लोंमें घुलनशील है पर यदि अति उच्च तापक्रम तक गरम किया गया है तो यह अम्लोंमें अघुल हो जाता है। ऐसी अवस्थामें यह दाहक सैन्धकक्षार अथवा पांशुज अर्ध गन्धेत द्वारा गलाकर सैन्धक या पांशुज स्फटेतमें परिणत होकर ही घोल बन सकता है।

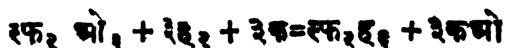
प्रकृतिमें बहुतसे स्फटेत पाये जाते हैं यथा मगनीस स्फटेत, स्पाइनल, म स्फ२ ओ४। स्फट ओषिद और कोबल्ट नोषेतको धौंकनीसे गरम करनेसे कोबल्ट स्फटेत, को स्फ२ओ४, नामक नीला पदार्थ मिलता है जिसे थेनार्डनील (Thenard's blue) कहते हैं।

स्फट हरिद, स्फ२ह६—स्फटम् को उदहरिकाम्ल गैसमें गरम करनेसे अनार्द्र स्फटहरिद प्राप्त होता है।



$$२स्फ + ६उह = स्फ_२ह_६ + ३उ_२$$

स्फट ओषिद और कर्बनके मिश्रणको हरिन्के प्रवाहमें गरम करनेसे भी मिल सकता है:—



$$स्फ_२ओ_३ + ३ह_२ + ३क = स्फ_२ह_६ + ३कओ$$

अनार्द्र स्फटहरिद श्वेत रवेदार पदार्थ है। १८३° श पर बिना पिघले ही इसका ऊर्ध्वपातन हो जाता है। यह बड़ी जल्दी पसीज कर रवेदार श्वेत स्फह३, ६उ२ओ में परिणत हो जाता है। जलमें यह उद-विश्लेषित हो जाता है—

$$स्फह_३ + ३उ_२ओ = स्फ(ओउ)_३ + ३उह$$

स्फट अरुणिद, स्फ रु३ (द्रवांक ९३°) और नैलिद, स्फनै३ द्रवांक १८५°) भी स्फटम् और लवणजन तत्वोंके संयोगसे बनाये जा सकते हैं। स्फटम्को उदप्लविकाम्लकी अधिक मात्रामें घोलनेसे स्फट-प्लविद, स्फप्ल३ भी बनाया जा सकता है।

स्फट गन्धेत - स्फ२(गओ४)३ – स्फटओषिदको गरम तीव्र गन्धकाम्लमें घोलकर ठंडा करनेसे स्फट गन्धेतके रवे प्राप्त हो सकते हैं। रवोंमें १८ जलाणु होते हैं। गरम करनेसे श्वेत अनार्द्र स्फट गन्धेत मिल जाता है। केओलिन (मट्टी) को तीव्र गन्धकाम्ल के साथ गरम करके भी यह बनाया जा सकता है। यह श्वेत घुलनशील पदार्थ है।

फिटकरी (Alums) – वस्तुतः अमोनियम गन्धेत और स्फट गन्धेतके द्विगुण लवणको फिटकरी नाम दिया गया था।

फिटकरी—(नोउ४)२गओ४ स्फ२(गओ४)३ २४उ२ओ

इसके अष्टतलीय रवे होते हैं। इसी प्रकार पांशुज फिटकरी (potash alum) पां२ ग ओ४, स्फ२ (गओ४)३ २४ उ२ ओ, भी प्रसिद्ध है। अमोनियम-फिटकरी शेल एलम से बनाई जाती है। इस पदार्थ में स्फट शैलेतके साथ साथ लोह गन्धिद, लो ग२, भी रहता है। इसे वायुमें भूंजते हैं। ऐसा करनेसे यह स्फट गन्धेतमें परिणत हो जाता है। इसे घोलकर सुखा लेते हैं और इसमें अमोनियम गन्धेत छोड़कर फिर स्फटिकीकरण करनेसे अमोनिया-फिटकरीके रवे प्राप्त होते हैं।

पांशुज-फिटकरी एलुनाइट-पत्थर, पां२ ग ओ४, स्फ२ (गओ४)३ ४ स्फ (ओउ)३, को वायुमें भूंजनेसे प्राप्त होती है।

इन दो फिटकरियोंके अतिरिक्त राग-फिटकरी (क्रोम-एलम) पां$_2$ गओ$_4$ रा$_2$ (गओ$_4$)$_3$ २४ उ$_2$ ओ और लोह-फिटकरी पां$_2$ गओ$_4$ लो$_2$ (गओ$_4$)$_3$. २४ उ$_2$ ओ, भी प्रसिद्ध हैं। वस्त्रोंके रंगनेमें ये वेधकों (mordant) के काममें उपयुक्त होता है।

स्फट-नोषेत – स्फ (नोओ$_3$)$_3$ ९ उ$_2$ ओ – स्फट गन्धेत और सीस नोषेत के घोलको मिला कर छानने और वाष्पीभूत करनेसे यह प्राप्त होता है। यह श्वेत रवेदार पदार्थ हैं। इसको गरम करनेसे स्फट ओषिद मिलता है।

स्फट नोषिद—स्फनो—स्फटम् को नोषजनमें ७४०° तक गरम करने से स्फट नोषिद, स्फनो, प्राप्त होता है। बौकसाइट और कर्बन के मिश्रणको नोषजन के प्रवाहमें गरम करनेसे भी यह मिल सकता है।

स्फ$_2$ ओ$_3$ + ३ क + नो$_2$ = २स्फ नो + ३ कओ

यह पीला या मटमेला रवेदार पदार्थ है। गरम हलके क्षारके प्रभावसे यह अमोनिया देने लगता है।

२ स्फनो + ३ उ$_2$ ओ = स्फ$_2$ ओ$_3$ + २ नोउ$_3$

सर्पेक विधिमें अमोनिया बनानेमें इस विधिका उपयोग किया जाता है।

स्फट-गन्धिद—स्फ$_2$ग$_3$—स्फटम् और गन्धकके संयोगसे यह बन सकता है। स्फट ओषिद और कर्बन के मिश्रण पर गन्धक की वाष्पें प्रवाहित करने से भी मिल सकता है। जलके संसर्गसे इसका पूर्णतः विश्लेषण हो जाता है—

स्फ$_2$ ग$_3$ + ६ उ$_2$ ओ = २ स्फ (ओउ)$_3$ + ३ उ$_2$ ग

स्फट स्फुरेत—स्फ स्फुओ$_4$, स्फट-लवणके घोलमें सैन्धक स्फुरेतका घोल डालनेसे स्फट स्फुरेत का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। यह दाहक क्षारों एवं खनिजाम्लोंमें घुलनशील है पर अमोनियामें अनघुल है।

अल्ट्रामेरीन—ये रंगदार पदार्थ हैं और पेंट, (रंग), वार्निश आदिके काममें व्यवहृत होते हैं—

(१) श्वेत अल्ट्रामेरीन—१०० भाग केओलिन मिट्टी, ७० भाग सैन्धक राख, ८० भाग गन्धक और १४ भाग रेजिन (राल) को बन्द घरिया में रक्ततप्त करनेसे प्राप्त होती है।

(२) हरी अल्ट्रामेरीन—यदि उपर्युक्त मिश्रण गरम करते समय घरियामें वायु प्रवाहित होती रहे तो हरी अल्ट्रामेरीन मिलेगी।

(३) नीली अल्ट्रामेरीन—यदि श्वेत अल्ट्रामेरीनमें गन्धक चूर्ण मिलाकर वायु प्रवाहमें गरम किया जाय तो नीली मिलेगी।

(४) बैंजनी और लाल अल्ट्रामेरीन—नीली अल्ट्रामेरीनको हरिन्, नोषक ओषिद या उदजन-हरिदके प्रवाहमें गरम करनेसे बैंजनी और लाल अल्ट्रामेरीन मिलती हैं।

इन पदार्थों पर क्षारोंका प्रभाव नहीं पड़ता।

थैलम् (Thallium)

संवत् १९१८ वि० में क्रूक्सने इसका अन्वेषण किया था। यह रश्मि चित्रमें हरे रंगकी रेखा देता है। क्रूकेसाइट खनिज में यह सीसम्, ताम्र और रजतसे संयुक्त १७% पाया जाता है। दूसरा खनिज लोरएण्डाइट, थै स्न ग$_2$, है। खनिजको अम्लराजमें घोलकर उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे थैलस गन्धिदका अवक्षेप मिलता है। फिर इसे थैलस नैलिद, थै नै, में परिणत करके दस्तम् और हलके गन्धकाम्ल द्वारा अवकृत करते हैं। इस प्रकार थैलम् धातु प्राप्त हो जाती है। यह नरम मटमैला धातु है। यह उदहरिकाम्लमें कठिनतासे घुलती है। थैलस हरिद, थैह, अनघुल है।

थलम्के थैलस और थैलिद दो प्रकारके लवण होते हैं। गन्धकाम्लके संयोगसे थैलम् थैलसगन्धेत, थै$_2$ ग ओ$_4$, देता है। थैलिक ओषिदको हलके गन्धकाम्लमें घोलनेसे थैलिक गन्धेत, थै$_2$ (गओ$_4$)$_3$.७ उ$_2$ ओ, प्राप्त होता है। थैलस गन्धेतके घोलमें उदहरिकाम्ल डालनेसे थैलस हरिद, थै ह, का अवक्षेप मिलता है। इस हरिदको जलमें छितराकर हरिन् गैस प्रवाहित करनेसे थैलिक हरिद, थै ह$_3$ ४ उ$_2$ ओ, मिलेगा। थैलस गन्धेतके घोलको भार-उदौषिदसे प्रभावित करनेसे थैलस उदौषिद, थै (ओउ)$_3$ मिलता है। इसमें अरुणिन् और क्षार डालनेसे थैलिक उदौषिद, थै (ओउ)$_3$ मिलेगा। इन उदौषिदोंको तप्त करनेसे क्रमशः थैलस और थैलिक ओषिद, थै$_2$ ओ, और थै$_2$ ओ$_3$, मिलेंगे।

तेइसवां अध्याय

वंगम् और सीसम्

(Tin and Lead)



वर्त्त संविभागके चतुर्थ समूहमें ६ तत्त्व हैं। इनमेंसे दो तत्त्व कर्बन और शैलम् तो अधातु हैं जिनका वर्णन पहले दिया जा चुका है। जर्मनम्, सीसम्, वंगम् आदि शेष ७ तत्त्वोंके भौतिकगुण नीचेकी सारिणीमें दिये जाते हैं।

इस सारिणीको देखनेसे पता चलता है कि तत्त्वोंका परमाणुभार ज्यों ज्यों बढ़ता जाता है उनके घनत्वमें भी बहुधा वृद्धि होती जाती है पर आपेक्षिक ताप उत्तरोत्तर कम होता जाता है। इन सात धातु तत्त्वोंमें वंगम् और सीसम् तत्त्व ही अधिक विख्यात हैं। अतः इनका ही विशेष वर्णन यहाँ दिया जावेगा। इस चतुर्थ समूहके सब तत्व चतुर्शक्तिक रूपके लवण देते हैं जैसा कि उनके हरिदोंसे पता चल जावेगा।

तत्त्व	संकेत		परमाणुभार	घनत्व	द्रवांक	क्वथनांक	आपेक्षिक ताप
टिटेनम्	टि	Ti	४८·१	३·५४	२५००°श	—	·११३
जर्मनम्	ज	Ge	७२·५	५·४७	९५८°	—	·०७४
ज़िरकुनम्	जि	Zr	९०·६	४.१५	१३००	—	·०६६
वंगम्	व	Sn	११८·७	७·२९	२३२	२२७०	·०५५२
हेफनम्	हे	Hf	१७८ (?)	—	—	—	—
सीसम्	सी	Pb	२०७·२	११·३७	३२७	१५२५	·०३०५
थोरम्	थो	Th	२३२·१५	११ ३	१६९०	—	·०२८

शैह$_4$—क्वथ० ५६°·८श
जह$_4$— ,, ८६·°४
वह$_4$— ,, ११४ १°
सीह$_4$— —१५°श पर जमता है
कह$_4$— क्वथ० ७६·°७श
टिह$_4$— ,, १३६·°४
जिह$_4$— ,, ऊर्ध्व पतित हो जाता है
थोह$_4$—द्रवांक ८२०°

टिटेनम्—इलमेनाइट खनिजमें यह लोह टिटेनेत, लो टि ओ$_3$, के रूपमें पाया जाता है। इसके ओषिद खनिज, टि ओ$_2$, को विद्युत् भट्टीमें कर्बन द्वारा अवकृत करके टिटेनम् धातु प्राप्त हो सकता है। टिटेनम्-चतुर्हरिद, टिह$_4$, नीरंग द्रव है। यह ओषिद और कर्बनके मिश्रणको तप्त करके हरिन् प्रवाहित करके बनाया जाता है।

जर्मनम्—इस तत्वके यौगिक बहुत काम पाये जाते हैं। यह प्रकृतिमें गन्धक और रजतसे संयुक्त पाया जाता है। इसके गुण कर्बन और शैलम्के समान हैं। यह जह$_4$, जउह$_3$ (जर्मन-हरोपिपील) आदि यौगिक देता है। टारेनके समान इसका वायव्य उदिद, जह$_4$ भी होता है।

जिरकुनम—यह लंकाके ज़िरकोन खनिजमें जिरकुन शैलेत, जिशैओ$_4$ के रूपमें पाया जाता है। इसके ओषिद, जि ओ$_2$, का विद्युत् लैम्पोंमें उपयोग या जाता है।

हेफनम्—इस तत्वका कौस्टर और हेवेसीनेसं० १९८० वि० में रोञ्जन रश्मिचित्र द्वारा अन्वेषण कया था। इसके विषयमें अभी बहुत ही कम ज्ञान है। यह दुष्प्राप्य तत्व है।

थोरम्—यह मोनेज़ाइट खनिजमें पाया जाता है। इसके ओषिद, थो ओ$_2$ (थोरिया) का विद्युत् लैम्पोंमें उपयोग होता है।

अब हम इस समूहके वंगम् और सीसम् दो मुख्य तत्वोंका विवरण देंगे। शेष तत्वोंके यौगिकों का वर्णन आगे दिया जावेगा।

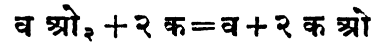
खनिज

वंगम्—साइबेरिया, बोलिविया आदि स्थानों में यह धातु रूपमें भी पाया जाता है। इसका मुख्य खनिज टिन स्टोन है जिसे कैसेटराइट भी कहते हैं। यह वंग द्विओषिद, व ओ$_2$, है।

सीसम्—इसके खनिज विस्तृत रूपसे पाये जाते हैं। गेलीना; सीग, इसका मुख्य खनिज है। गेलीनामें थोड़ा सा क्वार्टज़, खटिकम्, भारम् आदि धातुओंके यौगिक एवं ०.१% रजत भी मिला रहता है। सैरूसाइट, सीस कर्बनेत, सी क ओ$_3$ और एंग्लेसाइट, सीगओ$_4$ खनिज भी समुचित मात्रामें पाये जाते हैं।

धातु-उपलब्धि

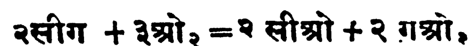
वंगम्—वंगम्के खनिजोंमें गन्धक, संक्षीणम्, लोहा और ताँबा की अशुद्धियां होती हैं। खनिज को तिरछी घूमती हुई नलिका-भट्टीमें तपाते हैं। भट्टीके ऊपरी सिरेमें से खनिज को शनैः शनैः डालते हैं। भट्टी की आगसे गन्धक और संक्षीणम् गन्धक-द्विओषिद, और संक्षीण त्रिओषिद, ग ओ$_3$, बनकर निकल जाते हैं क्योंकि ये उड़नशील हैं। ताम्र और लोहके ओषिद और गन्धेत बन जाते हैं। भट्टीके निम्न भागसे इस प्रकार तप्त पदार्थ को निकाल कर पानी द्वारा संचालित करते हैं। घुलनशील ताम्र और लोह-गन्धेत घुलकर पृथक् हो जाते हैं और लोह ओषिदके अनघुल कण भी घुल जाते हैं। इस प्रकार 'श्याम वंग' या ब्लैकटिन प्राप्त होता है जिसमें ६०-७०% वंगम् होता है। इसको क्षेपण भट्टीमें एन्थ्रेसाइट-कोयले के साथ गरम करते हैं। कर्बन द्वारा वंग-ओषिद का अवकरण हो जाता है और वंगम् धातु मिल जाती है:—



व ओ$_2$ + २ क = व + २ क ओ

फिर इस प्रकार प्राप्त वंगम्को पिघला कर साफ़ करते हैं। धातुकी छड़ोंको क्षेपण भट्टी की अंगीठियोंमें पिघलाते हैं। शीघ्र पिघलने वाली वंगम् धातुको अलग उंडेल लेते हैं; और न पिघलने वाले पदार्थ (लोह, ताम्र, वंग तथा संक्षीणम्के धातु संकर) अङ्गीठीमें रह जाते हैं। इस प्रकार प्राप्त धातुको फिर पिघलाते हैं और द्रव धातुको हरी ताज़ी लकड़ीसे टारते हैं। ऐसा करने से अन्य अशुद्धियाँ भी दूर हो जाती हैं।

सीसम्—गेलीना, सीग, से ही मुख्यतः सीसा प्राप्त किया जाता है। इस खनिज को क्षेपण भट्टी (reverberatory furnace)में पहले मामूली तापक्रम पर भूजते हैं। इस प्रकार कुछ गेलीना सीस ओषिद में और कुछ सीस गन्धेतमें परिणत हो जाता है।



२सीग + ३ओ$_2$ = २ सीओ + २ गओ$_2$



सीग + २ ओ$_2$ = सीगओ$_4$

तत्पश्चात् तापक्रम बढ़ाया जाता है, और कुछ चूना भी मिला दिया जाता है। इस प्रकार सवर्ण प्रक्रिया (smelting) आरम्भ होती है अर्थात् बचा हुआ सीस गन्धिद पूर्व प्रक्रियासे प्राप्त सीसओषिद और गन्धेतसे प्रभावित होता है :—

सीग + २ सी ओ = ३ सी + $गओ_2$

सीग + $सी गओ_4$ = २ सी + २ $गओ_2$

इस प्रकार लगभग ९०°/₀ प्रतिशत खनिज सीसम् धातुमें परिणत हो जाता है। शेष १०°/₀ को कोयलेके साथ मिलाकर साधारण भट्टीमें अवकृत कर लेते हैं।

यदि गैलीनाका उपयोग न किया जाय और दूसरा कोई खनिज लिया जाय तो उसे भूंज कर ओषिद्में परिणत कर लेते हैं। तदुपरान्त कोयले के साथ प्रवाह भट्टी (blast furnace) में (जिसमें गरम वायु प्रवाहित होती रहती है) गरम करते हैं। इस प्रकार ओषिदका अवकरण हो जाता है और सीसम् प्राप्त हो जाता है।

२ सी ओ + २ क = २ सी + २ कओ

रजतम् और सीसम्के पृथक् करनेकी पार्कस और पैटिन्सन विधियां रजतम् का वर्णन करते समय दी जा चुकी हैं।

वंगम् और सीसम्के गुण

वंगम्—इसे साधारण बोलचालमें टीन कहते हैं। बाजारमें टीनके कनस्तर या कमरा छानेकी टीन जो मिलती है वह सर्वथा टीन ही नहीं होती है। यह तो केवल लोहा ही होता है, केवल ऊपरसे टीनकी कलईकी होती है। वंगम्के भौतिक गुण पूर्वोल्लिखित सारिणीमें दिये जा चुके हैं। यह चमकदार श्वेत रंगका धातु है। गरम करके यह आसानीसे पिघलाया जा सकता है। झुकाकर छोड़ने पर इसमें विशिष्ट ध्वनि निकलती है। वंगम् पर वायु या नमीका प्रभाव नहीं पड़ता है। इसी लिये लोहे और तांबेके बर्तनों पर इसकी कलई कर देते हैं। कलई करनेके लिये बर्तनको गरम करते हैं और पिघली हुई वंगम् धातु उंडेल देते हैं। फिर ऊपरकी सतहको एक सा कर देते हैं। थोड़ा सा नौसादर डालनेसे इस क्रिया में सहायता मिलती है। द्रवित वंगम्को वायुमें खुला छोड़नेसे ओषिद् की पपड़ी पृष्ठतल पर जम जाती है। हलके अम्लों का वंगम् पर प्रभाव अत्यन्त धीरे होता है पर यह तप्त तीव्र उदहरिकाम्लमें शीघ्र घुल जाता है। यदि घोलमें थोड़ा सा परररौप्यम्के तार का टुकड़ा भी डाल दिया जाय तो धातु और भी शीघ्र घुलने लगेगी। प्रक्रियामें वंगस हरिद, $वह_2$, बनता है।

व + २ उह = $वह_2$ + $उ_2$

हलके गन्धकाम्ल का वंगम् पर धीरे धीरे प्रभाव पड़ता है और वंगस गन्धेत, $वगओ_4$, बनता है—

व + $उ_2 गओ_4$ = व $गओ_4$ + $उ_2$

पर यदि तप्त तीव्र गन्धकाम्ल द्वारा प्रक्रियाकी जाय तो वंगिक गन्धेन, व ($गओ_4$)$_2$, बनता है और गन्धक द्विओषिद निकलने लगता है। जलरहित तीव्र नोषिकाम्लका वंगम् पर कोई प्रभाव नहीं होता है पर थोड़ेसे भी जलकी विद्यमानतामें प्रक्रिया ज़ोरोंसे होती है और मध्यवंगिकाम्ल (metastannic), $उ_2 व_5 ओ_{11}$, का श्वेत चूर्ण मिलता है। गरम क्षारोंके घोलमें वंगम् घुल जाता है और सैन्धक वंगेत, पांशुज वंगेत आदि लवण प्राप्त होते हैं।

वंगम्को एक दम ठंडा करनेसे (५०°श तक) खाकी चूर्ण प्राप्त होता है। १८°—१७०° तक का वंगम् स्थायी और रवेदार होता है, और १८°श के नीचे दूसरे प्रकार का अस्थायी वंगम् रहता है।

वंगम् अनेक धातुओंके साथ धातु-संकर देता है। कुछ धातु संकर ये हैं:—

कांसा या ब्रौञ्ज.—९·२ भाग वंगम्, ०·७ भाग सीसा, ८८·८ भाग तांबा और १·३ भाग दस्तम्।

गनमैटल (बन्दूक की धातु)—८ भाग वंगम्, ९२ भाग तांबा।

ब्रिटेनिया मैटल—८२ भाग वंगम्, २ भाग द्रस्तम्, १६ भाग आंजनम्।

सोल्डर—५० भाग वंगम् और ५० भाग सीसा।

वंगम्के यौगिक दो प्रकारके होते हैं। वंगस (stannous) जिसमें वंगम् द्विशक्तिक होता है जैसे वंगस हरिद, वह$_2$। दूसरे वंगिक (stannic) जिसमें वंगम् चतुर्शक्तिक होता है जैसे वंगिक हरिद, वह$_4$।

सीसा—स्वच्छ सीसा तो चांदीके समान सफेद होता है पर साधारणतः यह नीलापन लिये हुए कुछ मटमैला मिलता है। यह इतना नरम होता है कि चाकूसे भी काटा जा सकता है। काग़ज पर घिसनेसे यह काले रंगका निशान देता है। इसका द्रवांक ३२८° है और केवल ओष-उद्जन ज्वालाके तापक्रम पर ही उबल सकता है।

वायुमें गरम करने पर यह धीरे धीरे सीसएकौषिद (लिथार्ज) सी ओ, में परिणत होने लगता है। यह उदहरिकाम्ल एवं हलके गन्धकाम्ल में अनघुल है पर हलके नोषिकाम्लमें शीघ्र घुल जाता है। प्रक्रियामें सीस-नोषेत, सी (नो ओ$_3$)$_2$ और सीस गन्धेत, सी ग ओ$_4$ बनते हैं। यदि हरिन् या गन्धकके साथ गरम किया जाय तो यह क्रमशः हरिद और गन्धिद देगा।

सीसम् विषकारक भी है। थोड़ीसी मात्राका विषैला प्रभाव कम होता है पर थोड़ी थोड़ी मात्रा यदि शरीरमें प्रविष्ट होती रहे तो फिर शरीरमें संचित सीसा भयंकर गुण दिखाने लगता है। पानीके नलोंके निर्माणमें इस बातका ध्यान रखना चाहिये।

सीसाके अनेक धातु संकर बनते हैं। सोल्डर का उल्लेख ऊपर आचुका है। छापेखानेके टाइप भी इससे बनाये जाते हैं। इनमें ५० भाग सीसा २५ भाग वंगम् और २५ भाग आंजनम् होता है।

संयोग तुल्यांक और परमाणु भार

यह ऊपर कहा जा चुका है कि वंगम् दो श्रेणियोंके लवण देता है—वंगस और वंगिक। वंगिक लवणोंमें वंगम्का संयोग तुल्यांक निकालनेके लिये लवणको पहले अमोनिया द्वारा अवक्षेपित कर गरम करके वंगिक ओषिदमें परिणत कर लेते हैं। वंगिक ओषिदकी मात्रा ज्ञात होनेसे वंगम्का संयोग तुल्यांक निकाला जा सकता है। इस प्रकार वंगिक लवणोंमें संयोग तुल्यांक २९.६७५ मिलता है। वंगम् का आपेक्षिक ताप ०.०५५२ है जिसके अनुसार इसका परमाणुभार ६.४/०.०५५२=११६ के लगभग निकलता है। इससे प्रतीत होता है कि वंगम् का परमाणुभार वंगिक लवणोंमें निकाले गये संयोग तुल्यांक का चार गुना है अर्थात् २९.६७५ × ४=११८.७ है। वंगिक लवणोंमें वंगम् चतुर्शक्तिक है।

वंगस लवणोंमें वंगम्का संयोग तुल्यांक वंगिक लवणोंमें के संयोग तुल्यांक की अपेक्षा ठीक दुगुना है अर्थात् ५९.३५० है। इससे स्पष्ट है कि वंगस लवणोंमें वंगम् द्विशक्तिक है।

सीसम्—स्टासने सीसम्का संयोग तुल्यांक इस प्रकार निकाला। शुद्ध सीसम् की ज्ञात मात्रा को उसने तीव्र नोषिकाम्लमें घुलाया। इस प्रकार प्राप्त घोलको उसने वाष्पीभूत करके जितना सीसनोषेत मिला उसे तौल लिया। इस प्रकार १ भाग सीसम्से १.५९८६ भाग सीसनोषेत मिला। कल्पना करो कि सीसनोषेतमें नोषेत मूलों, नोओ$_3$, की 'न' संख्या प्रत्येक सीस परमाणुसे संयुक्त हैं—सी (नोओ$_3$)$_न$। नोषेतमूल का भार =१४+४८=६२। प्रयोग से मालूम हुआ कि:—

·५९८६ भाग नोषेतमूल १ भाग सीसेसे संयुक्त

अतः—१ ... ... $\frac{१}{·५९८६}$ ... ...

६२ ... ... $\frac{६२}{·५९८६}$ =१०३.६ ...

इस प्रकार सीसम्‌का संयेाग तुल्यांक १०३.६ है। सीसम्‌का आपेक्षिकताप ०.०३०५ है अतः परमाणुभार ६.४/०.३०५=२१६ के लगभग हुआ अर्थात् ठीक परमाणुभार संयेाग तुल्यांक का दुगुना अर्थात् १०३.६ × २=२०७.२ है। इस प्रकार सीसम् द्विशक्तिक है।

सीसम् वंगम्‌के समान चतुर्शक्तिक होकर सीसिक ओषिद, सीओ$_2$, और सीसिक हरिद—सीह$_4$ के समान भी लवण दे सकता है पर इसके द्विशक्तिक लवण ही अधिक मुख्य हैं। वंगस लवणोंके समान सीस-द्विशक्तिक लवणोंमें अवकारक गुण भी नहीं हैं। सीसिक लवण अधिकतर अस्थायी हैं।

ओषिद

वंगिक ओषिद—व ओ$_2$—कैसेटराइट नामक खनिजके रूपमें यह पाया जाता है। वंगम् को तीव्र नोषिकाम्लमें घोलकर वंगनोषेत बनाया जाता है। इस नोषेतको रक्त तप्त करनेसे वंगिक ओषिद मिल जायगा और नोषसवाष्पें उड़ जायंगी यह श्वेतचूर्ण है जो उच्च तापक्रम पर कुछ भूरा हो जाता है पर ठंडा पड़ने पर फिर सफेद हो जाता है।

वंगक लवणोंमें सैन्धक ओषिद डालनेसे वंगिक-उदौषिद, व (ओउ)$_4$ का झिल्लीदार अवक्षेप प्राप्त होता है जिसे गरम करनेसे भी वंगिक ओषिद मिल सकता है उस अवक्षेप में यदि सैन्धक उदौषिदका तीव्र घोल डाला जाय तो यह घुल जायगा। घोलमें सैन्धक वंगेत, सै$_2$ व ओ$_3$, लवण बन जायगा जिस प्रकार सैन्धक स्फटेत आदि बनते हैं।

$$\text{व (ओउ)}_4 + \text{२ सैओउ} = \text{सै}_2\ \text{व ओ}_3 + \text{३ उ}_2\text{ओ}$$

उदविश्लेषण होनेके कारण इस लवणके घोल क्षारीय होते हैं। वाष्पीभूत करके सैन्धक वंगेतके रवे प्राप्त हो सकते हैं जिनमें स्फटिकीकरणके तीन जलाणु होते हैं।

वंगिक ओषिद शैलओषिदके समान उदहरिकाम्ल, नोषिकाम्ल आदिमें अनघुल है। पर यदि सैन्धक कर्बनेतके साथ गलाया जाय तो इसका सैन्धक वंगेत, सै$_2$ व ओ$_3$ बन जाता है:—

$$\text{सै}_2\ \text{क ओ}_3 + \text{व ओ}_2 = \text{सै}_2\text{व ओ}_3 + \text{क ओ}_2$$

इस लवणके घोलमें यदि उदहरिकाम्ल डाला जाय तो वंगिक उदौषिदका झिल्लीदार अवक्षेप मिलेगा। वंगिक हरिदके घोलमें थोड़ासा सैन्धक उदौषिद डालकर पार्चमेण्टके थैलेमें घोल भरकर थैलेको कई दिन तक स्रवित जलमें डुबाये रखनेसे कलार्द्र घोल (colloidal solution) मिलेगा।

वंगम् धातु पर नोषिकाम्लके प्रभाव द्वारा श्वेत चूर्ण प्राप्त होता है जो अम्लोंमें अनघुल है पर सैन्धकक्षारमें घुलजाता है। यह चूर्ण मध्य वंगिकाम्ल का बताया जाता है जो क्षारके संयोगसे घुलनशील सैन्धक मध्य वंगेत, सै$_2$ व$_5$ ओ$_{11}$ देता है।

वंगस ओषिद—व ओ—वंगस हरिदके घोलमें किसी क्षारका घोल डालनेसे वंगस उदौषिदका अवक्षेप मिलेगा। यह स्फट उदौषिदके समान अम्लों और क्षारों दोनोंमें घुल जाता है, पर अमोनियामें नहीं घुलता है। यह वायुसे ओषजन अभिशोषित करके वंगिक ओषिदमें परिणत हो जाता है। पर यदि कर्बनद्विओषिदके प्रवाहमें इसे सावधानीसे शुष्क करें तो वंगस ओषिदका काला चूर्ण प्राप्त होगा। यह चूर्ण वायुमें गरम करने पर जल उठता है और वंगिक ओषिद बन जाता है।

सीस ओषिद, सी ओ-या लिथार्ज—सीसम् धातु को वायुमें गरम करनेसे यह पीले रूपका प्राप्त होता है। इसे ही फिर और रक्ततप्त करनेसे लाल चूर्ण मिलता है जो दूसरा उच्च ओषिद, सी$_3$ ओ$_4$, है। उदजन प्रवाहमें गरम करनेसे इन ओषिदोंका अवकरण हो जाता है। कर्बनके साथ गरम करनेसे भी यही फल होता है और सीसम् धातु रह जाती है। सीस ओषिद नोषिकाम्लमें घुलनशील है, और घुलकर नोषेत देता है। इस ओषिदसे ही सीसम्‌के अन्य लवण बनाये जाते हैं।

सीसके लवण घोलमें क्षारका घोल डालनेसे सीस उदौषिद, सी$_2$ ओ (ओउ)$_2$ का श्वेत अवक्षेप मिलता है जो जलमें थोड़ा सा ही घुलनशील है। इसका घोल लाल द्योतक पत्रको नीला कर देता है।

सीसद्विओषिद—सीओ$_2$—लाल सीसा अर्थात् सी$_3$ ओ$_4$ को तीव्र नोषिकाम्ल द्वारा प्रभावित करनेसे सीस नोषेत और सीस द्विओषिद दोनों बनते हैं :—

सी$_3$ ओ$_4$ + ४ उ नो ओ$_3$

= २ सी (नोओ$_3$)$_2$ + सी ओ$_2$ + २उ$_2$ ओ।

इसमें जल डालने के सीस नोषेत तो घुल जायगा और द्विओषिदका भूरा पदार्थ रह जायगा। सीस एकौषिद, सी ओ, पर रंग विनाशक चूर्ण या सैन्धक उपहरित का प्रभाव डालने से भी यह बनता है :—

सीओ + सै ओ ह = सी ओ$_2$ + सैह

सीस लवणके अम्लीय घोलको परराण्यम्-बिजलोदोंके बीचमें विद्युत् विश्लेषित करने से सीस द्विओषिद धनोद पर संग्रहीत हो जाता है।

सीसेत—(plumbate) सीस एकौषिद को चूने के साथ वायुमें गरम करने से खटिक सीसेत, ख$_2$सीओ$_4$ बनता है। १०० ग्राम दाहक पांशुज क्षार और ३० ग्राम पानीके साथ सीस द्विओषिद को चांदी की प्यालीमें गलाने से पांशुज सीसेत बनता है। इस प्रकार प्राप्त पदार्थके क्षारीय घोल को वाष्पीभूत करने से पांशुज सीसेत, पां$_2$ सीओ$_3$, ३ उ$_2$ ओ, के रवे मिलेंगे।

हरिद, अरुणिद और नैलिद

वंगिक हरिद, वह$_4$—वंगम् को हरिन्के प्रवाह में भभकेमें गरम करने से उड़नशील धुंआदार नीरंगद्रव प्राप्त होता है जो वंग चतुर्हरिद या वंगिक हरिद कहलाता है। यह थोड़ेसे ही जलमें घुलनशील है। घुलकर यह कई प्रकारके रवेदार उदेत देता है—वह$_4$, ३ उ$_2$ ओ, या वह$_4$ ५उ$_2$ओ इत्यादि। पारदिक हरिद और वंगम्के संयोगसे भी यह मिलता है :—

	वह$_4$	व रु$_4$	व नै$_4$	व प्ल$_4$
द्रवांक	—३३°	३०°	१४३५°	ऊर्ध्वपातन
क्वथनांक	११४·१	२०१°	३४०°	७०५°
घनत्व	२·२३४/१५°	३.३४६/३५°	४.६९६	४७८
	नीरंग प्रबल धुंआदार द्रव	श्वेत धुंआदार रवेदार ठोस	नीला, स्थायी, अष्टतलीय रवे	श्वेत पसीजने वालेके रवे

२ पाह$_2$ + व=वह$_4$ + २ पा

वंगिक नैलिद—व नै$_4$ और वंगिक अरुणिद, वरु$_4$, वंगम् धातु और लवणजनोंके संयेाग से मिलते हैं। वंगिक हरिद और अनार्द्र उद्प्लविकाम्लके संयेागसे वंगिक प्लविद मिलता है।

सीस हरिद—सीह$_2$—सीसम् धातु को हरिन् में तपाने से हरिद धीरे धीरे बनता है। तप्त तीव्र उदहरिकाम्ल भी सीसम् को घुला कर सीस-हरिद देता है—

सी + २ उह=सीह$_2$ + उ$_2$

किसी घुलनशील सीस लवणमें किसी हरिद का घेाल डालनेसे सीस हरिद्का श्वेत अवक्षेप प्राप्त हेाता हैः—

सी (नेाओ$_3$)$_2$ + २ सैह=सी ह$_2$ + २ सै नेाओ$_3$

सीस हरिद जलमें बहुत कम (१°/$_\circ$) घुलनशील है पर गरम जलमें अधिक घुल जाता है (३.२°/$_\circ$)। इसके घेालको ठंडा करनेसे रवेदार अनार्द्र रवे प्राप्त होते हैं। इसका द्रवांक ४९८° और क्वथनांक ९५६°श है। यह तीव्र उदहरिकाम्लमें घुल कर उदहरो-सीससाम्ल, (hydro-chloro plumbous acid) उ$_2$ सीह$_4$, देता है।

सीसलवण के घेालमें पांशुज नैलिद डालनेसे सोस-नैलिद सी नै$_2$, का पीला अवक्षेप मिलेगा जेा गरम करने पर घुल जायगा। घेालके ठंडे हेाने पर फिर सुनहरे सुन्दर रवे पृथक् हेाने लगेंगे। सीस-अरुणिद, सीरु$_2$ और सीस-प्लविद, सी प्ल$_2$, भी सीस लवणको पांशुज अरुणिद या प्लविद द्वारा अवक्षेपित करके बनाये जा सकते हैं।

सीस द्विओषिदको ठंडे तीव्र उदहरिकाम्लमें घेालकर हरिन् प्रवाहित करनेसे उदहरो-सीसिकाम्ल, उ$_2$ सीह$_6$ का भूरा घेाल प्राप्त हेाता है।

वंगस-हरिद,—वह$_2$—वंगम् धातुको संपृक्त उदहरिकाम्ल में घेालनेसे वंगस हरिद का घेाल प्राप्त हेाता है। यदि उदहरिकाम्ल में छोटा सा परौप्यम् के तारका टुकड़ा भी डाल दिया जाय तेा यह प्रक्रिया और भी अधिक शीघ्रतासे हेाती है। घेालको वाष्पीभूत करने वंगस हरिद के रवे प्राप्त हो सकते हैं। यह जलमें भली प्रकार घुलनशील है पर यदि जलकी बहुत मात्रा ली जायगी तो वंग ओष हरिद, व (ओउ) ह, का श्वेत अवक्षेप आ जायगा। यह अवक्षेप उदहरिकाम्ल में घुलनशील है। वंगस हरिद्का घेाल वायुमें रक्खा रक्खा ओषदीकृत होकर वंगिक हरिद बन जाता है।

वंगस हरिदमें प्रबल अवकारक गुण विद्यमान हैं। यह पारदिक हरिदके घेालको अवकृत करके पारदसहरिदका अवक्षेप दे देता है—

२पाह$_2$ + वह$_2$=वह$_4$ + २पाह

यदि प्रक्रिया आगे और चलने दी जाय तो पारदस हरिद फिर पारद धातुमें परिणत हो जाता है।

२पाह + वह$_2$ = वह$_4$ + २पा

इसी प्रकार ताम्रिक हरिद एवं लेाहिक हरिद को अवकृत करके यह क्रमशः ताम्रस और लेाहस हरिद दे देता है—

२ताह$_2$ + वह$_2$ = ता$_2$ह$_2$ + वह$_4$

२लेाह$_3$ + वह$_2$ = २लेाह$_2$ + वह$_4$

उदहरिकाम्लकी विद्यमानता में यह नैलिन् का अवकरण कर देता है और उदनैलिकाम्ल प्राप्त होता है :—

२ नै + वह$_2$ + २ उह=वह$_4$ + २ उ नै

इसी प्रकार ताम्र नोषिकाम्ल द्वारा भी यह वंगिक हरिदमें परिणत हेा जाता है।

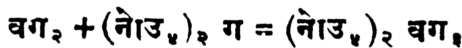
३ वह$_2$ + ६ उह + २ उ नेाओ$_3$
= ३ वह$_4$ + २ नेाओ + ४उ$_2$ ओ

इन प्रक्रियाओंसे वंगसहरिदके अवकरण-गुण स्पष्ट हैं। कार्बनिक प्रक्रियाओं में इस गुणके कारण इसका बहुत उपयेाग किया जाता है।

वंग और सीस गन्धिद

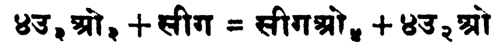
वंगस गन्धिद—वग—वंगस हरिद्के घोलमें उदजन-गन्धिद प्रवाहित करनेसे वंगस गन्धिदका भूरा अवक्षेप मिलता है। यह अवक्षेप उदहरिकाम्ल एवं पीरंग अमोनियम गन्धिदमें अनघुल है। पर पीत अमोनियम गन्धिद जिसमें गन्धककी मात्रा अधिक होती है, यह घुल जाता है। इस प्रक्रियामें वंगस गन्धिद गन्धकसे संयुक्त होकर वंगिक गन्धिदमें परिणत होता है और फिर गन्धको-वंगेत बनकर घुल जाता है। गन्धक और वंगम् धातुकी उपयुक्त मात्राओंको साथ गलानेसे भी काले रंगका वंगस गन्धिद प्राप्त होता है।

वंगिक गन्धिद—वग$_2$, वंगम् धातुके बुरादेको गन्धक और अमोनियम हरिद्के साथ गरम करने से वंगिक गन्धिदका सुनहरे पत्रोंके रूपमें ऊर्ध्वपतन होने लगता है। वंगिक हरिद्के घोलमें उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे वंगिक गन्धिदका पीला अवक्षेप मिलता है। यह अमोनियम गन्धिदमें घुल जाता है। प्रक्रियामें अमोनियम गन्धको-वंगेत बनता है—



$$\text{वग}_2 + (\text{नोउ}_4)_2\,\text{ग} = (\text{नोउ}_4)_2\,\text{वग}_3$$

सीस गन्धिद—सीग-यह गेलीना खनिजके रूपमें उपलब्ध होता है। गन्धककी वाष्पोंमें सीसम् को गरम करनेसे भी यह मिल सकता है। सीस लवणके घोलमें उदजनगन्धिद प्रवाहित करनेसे भी इसका काला अवक्षेप प्राप्त होता है। यह उदहरिकाम्ल एवं अमोनियम गन्धिदमें अनघुल है पर गरम हलके नोषिकाम्लमें सीस नोषेत बन कर यह घुल जाता है। पर यदि तीव्र नोषिकाम्ल का उपयोग किया जाय तो गन्धिदका कुछ अंश ओषदीकृत होकर अनघुल सीस गन्धेतमें भी परिणत हो जाता है। उदजन परौषिद्के संसर्गसे यह गन्धिद अति शीघ्र ही गन्धेतमें परिणत हो जाता है।



$$4\text{उ}_2\text{ओ}_2 + \text{सीग} = \text{सीगओ}_4 + 4\text{उ}_2\text{ओ}$$

सीस सिरकेत द्वारा छन्ना-कागज़ को भिगोकर उदजन गन्धिद की वाष्पोंका स्पर्श करने से सीस गन्धिदका भूरा धब्बा पड़ जाता है। इस विधिसे उदजन गन्धिद की पहिचान की जाती है।

अन्य लवण

वंगस नोषेत—व (नोओ$_3$)$_2$—वंगम् धातु पर बहुत हलके नोषिकाम्लके प्रभावसे यह प्राप्त होता है।

सीस नोषेत, सी (नोओ$_3$)$_2$—लिथार्ज (सीस एकौषिद) को नोषिकाम्लमें घोलकर वाष्पीभूत करने से सीस नोषेत प्राप्त होता है। इसके अष्टतलीय श्वेत रवे होते हैं, जो जलमें सरलतया घुल जाते हैं। नोषेत को गरम करने से सीसम्का लाल ओषिद, सी$_3$ ओ$_4$, प्राप्त होता है।

सीस गन्धेत, सीगओ$_4$—सीस लवणके घोलमें किसी गन्धेतका घोल अथवा गन्धकाम्ल डालने से सीस गन्धेतका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। यह जलमें सर्वथा अनघुल है। पर सैन्धक उदौषिद अथवा तीव्र गन्धकाम्ल और तीव्र उदहरिकाम्ल में घुल जाता है। सफेद पेण्ट या वार्निश बनाने में इसका उपयोग किया जाता है।

सीसकर्बनेत, सीकओ$_3$—सीस नोषेतके घोल में अमोनियम कर्बनेतका घोल डालने से सीसकर्बनेतका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। यह अवक्षेप कर्बनद्विओषिद की विद्यमानतामें धीरे-धीरे घुलने लगता है। भस्म कर्बनेत, २ सीकओ$_3$ + सी(ओउ)$_2$, को श्वेत सीसा (white lead) कहते हैं और श्वेत पेंटोंमें इसका उपयोग किया जाता है। यह श्वेत सीसा अनेक विधियोंसे बनाया जाता है। लिथार्ज, सीओ, को पानी और सैन्धक अर्धकर्बनेतके साथ पीसने से यह बनाया जा सकता है।

डचविधिमें यह इस प्रकार बनाते हैं कि सीसपत्रोंके सर्पिलों (Spiral) के निम्न भागको चार

पांच सप्ताह तक सिरके में डुबा रखते हैं और ऊपरसे गोबर या विष्ठासे ढक देते हैं। सिरकेके प्रभावसे सीसा सीस सिरकेतमें परिणत होजाता है। विष्ठामेंसे निकला हुआ कर्बन द्विओषिद इस सिरकेत को श्वेत सीसामें परिणत कर देता है। इस प्रकार फिर सिरकाम्ल मुक्त होजाता है जो फिर शेष सीसम् को प्रभावित करता है।

सीससिरकेत, सीस-शर्करा—सी (कउ$_३$ कओ-ओ)$_२$ + ३उ$_२$ ओ—लिथार्ज को सिरकाम्लमें घोलने से यह प्राप्त होता है। यह मीठे स्वाद का होता है अतः इसे सीस-शर्करा कहते हैं। इसके सूच्याकार घुलनशील रवे होते हैं।

सीसरागेत, सीराओ$_४$—किसी घुलनशील शाश-लवणमें पांशुज रागेतका घोल डालनेसे सीस रागेत का पीला अवक्षेप आता है। यह अवक्षेप हलके नोषिकाम्लमें अनघुल है पर तीव्र नोषिकाम्लमें घुल जाता है। सीस-लवणोंमें यह सबसे कम घुल-नशील है। अमोनियम सिरकेत की विद्यमानतामें यह पूर्णतः अवक्षेपित हो सकता है। यह अवक्षेप तीव्र दाहक सैन्धक क्षारके घोलमें घुलकर पीला द्रव देता है। प्रक्रियामें सैन्धक सीसित सै$_२$ सी-ओ$_२$, बनता है :—

सी राओ$_४$ + ४ सै ओउ

= सै$_२$ सी ओ$_२$ + सै$_२$राओ$_४$ + २उ$_२$ओ

सीस रागेत, सी रा ओ$_४$, को हलके दाहक क्षारके घोलके साथ उबालने से नारंगी और लाल रंगके भस्मिक रागेत प्राप्त होते हैं।

अमोनियम सिरकेत की विद्यमानतामें सीस नोषेतके घोलमें पांशुज द्विरागेत का घोल डालने से भी सीसरागेत बन सकता है। सीस रागेत सीस गन्धेतके साथ मिलाकर पीली वार्निश का काम देता है।

सीसस्फुरेत, सी$_३$ (स्फुओ$_४$)$_२$ और सीस्फु$_२$ओ$_७$-सीस सिरकेतके घोलमें सैन्धक स्फुरेत डालने से इनका श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है।

———

टिटेनम् (Titanium), टि, Ti

यह कहा जा चुका है कि टिटेनम् ओषिद को विद्युत भट्टी में कर्बन के साथ गरम करने से टिटेनम् धातु मिलती है। यह धातु ठंडे हलके गन्धकाम्ल में घुलनशील है, और घुलने पर उद्जन निकलने लगता है। तप्त तीव्र नोषिकाम्ल और अम्लराज में भी घुल जाती है। इस तत्त्वके तीन प्रकारके ओषिद होते हैं। टिटेनम्-द्विओषिद, टिओ$_२$; टिटेन-एकार्ध (Sesqui) ओषिद, टि$_२$ओ$_३$; और परौषिद, टि ओ$_३$। द्विओषिद खनिजोंमें पाया जाता है। इस द्विओषिद को उद्जनके प्रवाह में गरम करके उद्जन-प्रवाहमें ही ठंडा करने पर एकार्ध ओषिद मिलता है। टिटेन-हरिद में अमोनिया डालने से टिटेन द्विउदौषिद का अवक्षेप आता है। टिटेन हरिद को हलके मद्य में डालकर उद्जन परौषिद द्वारा प्रभावित करने से त्रिओषिद या परौषिद, टिओ$_३$, मिलता है। शैलिकाम्ल के समान टिटेनिकाम्ल भी पूर्व, मध्य आदि पाये जाते हैं—पूर्व टिटेनिकाम्ल, टि (ओउ)$_४$, मध्य टिटेनिकाम्ल, टि ओ (ओउ)$_२$। इसके लवण टिटेनेत कहलाते हैं। पांशुज टिटेनेत, पां$_२$ टि ओ$_३$, टिटेन-द्विओषिद को दाहक पांशुज क्षारके साथ गलानेसे मिलता है। टिटेन-द्विओषिद को खटिकप्लविदके साथ मिलाकर धूम्रित गन्धकाम्ल द्वारा परौप्यम् के बर्तन में स्रवित करने से टिटेन चतुर्प्लविद, टिप्ल$_४$, बनता है। टिटेन द्विओषिद, पांशुजप्लविद और उद्प्लविकाम्ल के संसर्ग से पांशुजटिटेनो-प्लविद, पां$_२$ टिप्ल$_६$, नामक द्विगुण लवण मिलता है। टिटेनम् धातु हरिन् में गरम करनेसे जल उठती है और टिटेन चतुर्हरिद, टिह$_४$, बनजाता है। यह नीरंग द्रव है और वंग चतुर्हरिदके समान माना जासकता है। इसकी वाष्पों को उद्जनके साथ रक्ततप्त नली में प्रवाहित करने से टिटेनत्रिहरिद, टिह$_३$, प्राप्त होता है। यह बैंजनी रंग का पदार्थ है और इसमें प्रबल अवकारक गुण हैं।

टिटेनम् धातु को हलके गन्धकाम्लसे प्रभावित करने पर टिटेन गन्धेत टि$_2$ (गओ$_4$)$_3$ प्राप्त होता है। टिटेन द्विओषिद को अमोनिया गैस में जोरोंसे जलाने पर टिटेन द्विनोषिद, टिनो$_2$, मिलता है। टिटेन-एक-नोषिद, टिनो, द्विओषिदको विद्युत भट्टी में नोषजनके साथ गरम करने से मिल सकता है।

जर्मनम् (Germanium), ज, Ge

जर्मन द्विओषिदको कर्बन के साथ रक्त तप्त करने से जर्मन धातु मिलती है। यह भंजन शील-चमकदार पदार्थ है जो उच्च तापक्रम पर तप्त करके ओषिद में परिणत किया जासकता है। यह उदहरिकाम्ल में अनघुल है। पर अम्लराजमें घुल जाता है। नोषिकाम्ल के प्रभाव से यह द्विओषिद, ज ओ$_2$, देता है। इस द्विओषिद को उद-प्लविकाम्ल में घोलकर पांशुज प्लविद डालने से पांशुज जर्मन प्लविद, पां$_2$ ज प्ल$_6$, मिलता है जर्मनम् और हरिन् के संयोग से अथवा जर्मनमको पारदिक हरिद के साथ गरम करके जर्मन चतुर्हरिद, जह$_4$, मिलता है। यह नीरंग द्रव है। जर्मन द्विओषिद के घोल में उदजन-गन्धिद प्रवाहित करने से जर्मन द्विगन्धिद, ज ग$_2$, मिलता है।

ज़िरकुनम् (Zirconium), जि, Zr.

जिरकोन खनिज, जि शै ओ$_4$, को पररौप्यमके बर्तन में पांशुजप्लविद और उदप्लविकाम्ल के साथ गरम करने से घुलनशील पांशुज-जिरकुनोप्लविद, पां$_2$ जिप्ल$_6$ और अनघुल पांशुज शैल प्लविद बनते हैं। इस प्रकार छानकर शैल प्लविदको अलग किया जा सकता है। पांशुज जिरकुनो प्लविदके रवों को गन्धकाम्लके साथ गरम करके उद प्लविकाम्ल अलग उड़ा देते हैं और जिरकुन गन्धेतमें अमोनिया डालकर जिरकुन द्विओषिद, जिओ$_2$, प्राप्त कर लेते हैं। इस द्विओषिद को कर्बनके साथ विद्युत् भट्टीमें गरम करने से जिरकुनम् धातु मिल सकती है। यह धातु रक्त तप्त करने पर वायु द्वारा ओषदीकृत नहीं होती है। हरिन् या उदहरिकाम्ल वायव्यमें गरम करनेसे यह हरिद, जिह$_4$, में परिणत हो जाती है। दाहक पांशुज क्षारके घोलमें यह घुल जाती है और उदजन निकलने लगता है। गरम करने पर भी उद्प्लविकाम्लके अतिरिक्त अन्य अम्लोंका इस पर प्रभाव नहीं होता है। अम्लराज इसे ओषिदमें परिणत कर देता है। ज़िरकुन द्विओषिद और कोयलेके तप्त मिश्रण पर हरिन् प्रवाहित करनेसे ज़िरकुन हरिद, जिह$_4$, बनता है।

ज़िरकुन द्विओषिद और गन्धकाम्लके घोलको वाष्पीभूत करके रक्त तप्त करनेसे जिरकुन गन्धेत, जि (गओ$_4$)$_2$ मिलता है। यह श्वेत पदार्थ है जो गरम जलमें शीघ्र घुलनशील है। उदौषिद को नोषिकाम्लमें घोल कर जिरकुन नोषेत बनाया जा सकता है। जिरकुन द्विओषिदको कर्बनकी अधिक मात्राके साथ विद्युत् भट्टीमें गरम करनेसे जिरकुन कर्बिद, जिक, मिलता है।

थोरम् (Thorium), थो, Th

यह मोनेज़ाइटमें पाया जाता है। थोराइट भी मुख्य खनिज है।

थोराइट खनिजको गन्धकाम्ल द्वारा संचालित करके शुष्क पदार्थ को गरम कर गन्धकाम्ल की अनावश्यक मात्राको उड़ा देते हैं। और शेष पदार्थको ६-७ भाग बर्फीले पानीमें घोल कर छान लेते हैं। फिर घोलमें अमोनिया डालकर उबालते हैं। इस प्रकार उदौषिद अवक्षेपित हो जाते हैं जिन्हें उदहरिकाम्लमें घोलकर काष्ठिकाम्ल द्वारा अवक्षेपित करते हैं। अवक्षेपको तप्त करने पर थोरिया (थोर द्विओषिद) प्राप्त हो जाता है। थोराइट खनिजमें ५६% थोरिया है। शेष ताम्र, वंगम्, स्फट, लोह, बालू आदि हैं।

थोर उदौविद्से उद्प्लविकाम्लके संसर्गसे प्ल-विद, थोप्ल$_4$, मिल सकता है। इसे कर्बनके साथ हरिन्के प्रवाहमें गरम करने से थोर हरिद, थोह$_4$, मिलता है। यह हरिद पांशुज हरिदके साथ द्विगुण लवण पांह+२ थोह$_4$ १८ उ$_2$ ओ देता है। इस द्विगुण लवण को लोहेके बेलनोंमें सैन्धकम्के साथ गरम करने से थोरम् धातु मिलती है।

थोरिया को तप्त तीव्र गन्धकाम्लमें घोलने से थोर-गन्धेत, थो (गओ$_4$)$_2$ मिलता है। और इसी प्रकार थोर नोषेत, थो (नोओ$_3$)$_4$ १२ उ$_2$ ओ, भी बनाया जा सकता है। नोषेत और गन्धेत दोनों घुलनशील लवण हैं।

चौबीसवाँ अध्याय

पञ्चम और षष्ठ समूही धातुयें

(Metals of fifth and sixth groups)



आवर्त्त संविभागके पांचवें कसम समूही श्रेणीमें बलदम्, कौलम्बम्, और तंतालम्, ये तीन धातु तत्त्व हैं। इस समूह की विषम श्रेणीमें नोषजन स्फुर, संज्ञीणम्, आञ्जनम् और विशदम् तत्व हैं। इन पांच तत्वोंमें नोषजन, स्फुर और संज्ञीणम् तो पूर्णतः अधातु हैं ही पर आञ्जनम्में भी धातुकी अपेक्षा अधातुके ही गुण अधिक पाये जाते हैं। इसे अर्धधातु कहा जासकता है। विशदम् तत्वमें धात्विक गुणप्रधान हैं और अधातु-गुण केवल नाम मात्र ही हैं। अधातु-खण्डमें नोषजन, स्फुर संज्ञीणम् और आञ्जनम् का उल्लेख किया जा चुका है। यहां हम शेष बलदम्, कौलम्बम्, तन्तालनम् और बिशदम् का वर्णन करेंगे। निम्न सारिणीमें इन तत्वोंके भौतिक गुण दिये जाते हैं:—

तत्त्व	संकेत		परमाणुभार	द्रवांक	क्वथनांक	घनत्व	आपेक्षिकताप
बलदम्	ब	V	५१·०	१६२०°श	—	५·५	०·११५
कौलम्बम्	कौ	Nb	६३·१	—	—	—	—
तन्तालम्	त	Ta	१८१·५	२६१०	—	१६·६	०·०३६
विशदम्	वि	Bi	२०८·६	२६६	१४२०°श	६·७८	०·०३०४

षष्ठ समूहमें भी सम और विषम श्रेणियां हैं। सम श्रेणीमें रागम्, सुनागम्, वुल्फ्रामम् और पिनाकम् तत्व हैं। विषम श्रेणीमें ओषजन और गन्धक तो अधातु तत्व हैं पर शशिम् और थलम् धातु तत्व हैं। रागम् तत्वके अधिकांश गुण मांगनीजसे जो सातवें समूहका धातु तत्व है, मिलते जुलते हैं अतः इसका वर्णन मांगनीज के साथ ही देना अधिक उपयुक्त होगा। षष्ठ समूही तत्वोंके भौतिक गुण नीचेकी सारिणी में दिये जाते हैं:—

तत्त्व	संकेत		परमाणुभार	द्रवांक	क्वथनांक	घनत्व	आपेक्षिकताप
रागम्	रा	Cr	५२·०	१४८९°श	२२००°श	६·५	·११२/१००°
सुनागम्	सु	Mo	९६·०	>श्वेतताप	३२०० ?	८·६	·०७२
वुल्फ्रामम्	वु	W	१८४·०	३०८०	३७००	१७-१८·८	·०३४
पिनाकम्	पि	U	२३८·२	—	—	१८·७	·०२८
*	*	*	*	*	*	*	*
शशिम्	श	Se	७९·२	२१७	६९०	४·५	·०८४
थलम्	थ	Te	१२७·५	४५०	१३९०	६·२५	·०४८

इस सारिणीको देखनेसे पता चलेगा कि सम श्रेणी वाले तत्वोंमें (रागम् से पिनाकम् तक) ज्यों ज्यों परमाणुभार बढ़ता जाता है तत्वोंके द्रवांक, क्वथनांक और घनत्व भी बढ़ते जाते हैं पर आपेक्षिक ताप बराबर कम होता जाता है। शशिम् और थलम्के साथ-साथ उसी श्रेणीके गन्धककी तुलना करनेसे भी यही नियम प्रत्यक्ष होता है—

[गन्धक—पर. भा. ३२, द्र० ११५°, क्व०, ४४४° घन० २.०७, आ० ताप. ०·१६३] अर्थात् परमाणुभारकी वृद्धिके साथ साथ द्रवांक, क्वथनांक और घनत्व बढ़ते जाते हैं पर आपेक्षिक ताप कम होता घाता है। अब हम इन तत्वोंका क्रमशः उल्लेख करेंगे।

बलदम् (Vanadium), ब, V

सं० १८५८ वि० में डेलरिओ नामक वैज्ञानिक ने इस तत्त्वकी विद्यानता सीसम्के खनिजोंमें पायी थी। बरज़ीलियसने इसके गुणोंकी परीक्षा की। इसके मुख्य खनिज बलदीनाइत (vanadinite) जो सीस बलदेत, ३ सी$_3$ (बओ$_4$)$_2$ सी ह$_2$ है; और मौट्रमाइट जो सीस-ताम्र-बलदेत, (सीता)$_3$ (बओ$_4$)$_2$ है, हैं। मौट्रमाइट खनिजको तीव्र उदहरिकाम्लसे संचालित करके छान लेते हैं। इस प्रकार प्राप्त अम्लीय घोलको उबालकर गाढ़ाकर लिया जाता है और फिर अमोनियम हरिद (नौसादर) के साथ मिलाकर वाष्पीभूत कर देते हैं। इस प्रकार, अमोनियम-मध्य-बलदेत, नो उ$_4$·ब ओ$_3$ बन जाता है। इसे चीनी मिट्टीके बर्तनोंमें भून कर बलद-पंच-ओषिद, ब$_2$ ओ$_5$, में परिणत कर लेते हैं। इस ओषिदको विद्युत् भट्टीमें कर्बनके साथ गरम करनेसे बलदम् धातु प्राप्त हो जाती है। यह धातु अशुद्ध होती है। शुद्ध धातु बलद द्विहरिद, ब ह$_2$, को उदजनके प्रवाहमें गरम करके प्राप्त हो सकती है। बलदम् मटमैला चूर्ण पदार्थ है। इसपर वायु एवं जलका बहुत धीरे धीरे प्रभाव होता है। इस पर ठंडे एवं गरम उदहरिकाम्लका भी कोई प्रभाव नहीं होता है। साधारण तापक्रम पर तीव्र एवं हलके गन्धकाम्लसे यह प्रभावित नहीं होता है पर यदि तीव्र गन्धकाम्लके साथ गरम किया जाय तो यह घुलकर पीतहरित घोल देता है। पर नोषि-

काम्ल इसको अति शीघ्र ओषदीकृत कर देता है, नोषस-वाष्पें निकलने लगती है और नीला घोल मिलता है। सैन्धकक्षारके घोलका इसपर कोई प्रभाव नहीं होता है पर यदि ठोस सैन्धकक्षारके साथ गलाया जाय तो सैन्धक बलदेत बनजाता है।

बलद पंचौषिद, ब$_{२}$ ओ$_{५}$—मौट्रेमाइट खनिजसे पंचौषिद प्राप्त करनेकी विधि ऊपर दी जा चुकी है। पीलापन लिये हुए इसके सुन्दर सूच्याकार रवे होते हैं। यह तीव्र अम्लोंमें घुलकर बलदील लवण देता है। पंचौषिदके अतिरिक्त एकौषिद, ब$_{२}$ ओ, द्विओषिद, ब$_{२}$ ओ$_{२}$ (या ब ओ), त्रिओषिद, ब$_{२}$ओ$_{३}$, आदि भी ओषिद होते हैं। इसी प्रकार यह कई रूपके अम्लोंके लवण—(पूर्व बलदिकाम्ल; उ$_{३}$ ब ओ$_{४}$; मध्य बलदिकाम्ल, उ ब ओ$_{३}$; उष्म बलदिकाम्ल, उ$_{४}$ ब$_{२}$ ओ$_{७}$) देता है। इन लवणों को बलदेत (Vanadate) कहते हैं इनमें से मध्य बलदेत अधिकतम स्थायी हैं। सैन्धक पूर्व बलदेत, सै$_{३}$ बओ$_{४}$ और सीस पूर्व बलदेत, सी$_{३}$ (बओ$_{४}$)$_{२}$, अमोनियम मध्य बलदेत, नो उ$_{४}$ ब ओ$_{३}$, रजत उष्मबलदेत, र$_{४}$ ब$_{२}$ ओ$_{७}$ इनके उदाहरण हैं।

बलदील हरिद, ब ओ ह$_{३}$, या बलद ओषहरिद—यह बलद पंचौषिदको कर्बनके साथ हरिन्के प्रवाह में गरम करनेसे मिलता है—

$$ब_{२}\ ओ_{५} + ३\ क + ३\ ह_{२} = २\ ब\ ओ\ ह_{३} + ३\ क\ ओ$$

यह पीले रंगका द्रव है जिसका क्थनांक १२६°·७ है। इसके अतिरिक्त बलदस हरिद, ब ह$_{३}$, और चतुर्हरिद, ब ह$_{४}$ भी प्राप्त हुए हैं। अरुणिद, नैलिद, और प्लविद भी पाये जाते हैं।

बलदील गन्धेत, (ब ओ)$_{२}$ (ग ओ$_{४}$)$_{३}$—यह बलद पंचौषिदको गरम गन्धकाम्लमें घोलकर बनाया जा सकता है।

———

कौलम्बम् (Columbium or Niobium) **कौ** Nb.

इस तत्वको निओबियम् भी कहते हैं। यह खनिजोंमें तन्तालम्के साथही पाया जाता है। मुख्य खनिज टैंएटेलाइट, कौलम्बाइट, फर्गुसोनाइट आदि हैं। इन खनिजोंमें तन्तालम् और कौलम्बम् के अतिरिक्त टिटेनम्, वंगम्, वुल्फ्रामम्, लोहम् आदि की अशुद्धियां भी विद्यमान रहती हैं। खनिजको पीसकर पांशुज उद्जन गन्धेतके साथ गलाया जाता है। उपलब्ध पदार्थके घोलमें अमोनियम गन्धिद डालकर वंगम् और वुल्फ्रामम की अशुद्धि दूर कर लेते हैं। और फिर हलके उदहरिकाम्लसे संचालित करके टिटेनम्, कौलम्बम् और तन्तालम् के उदौषिद मिश्रण प्राप्त कर लिये जाते हैं। इसे फिर उदप्लविकाम्लमें घोलते हैं। उदप्लविकाम्लके संसर्गसे टिटेनम्, कौलम्बम् और तन्तालम्के प्लविद बन जाते हैं। इस घोलमें पांशुज प्लविद डाल कर स्फटिकीकरण करनेसे इन तीनोंके द्विगुण पांशुज प्लविद भिन्न भिन्न घुलनशीलताके कारण घोल की भिन्न भिन्न अवस्थाओं में पृथक् होने लगते हैं। इस प्रकार तीनों को अलग कर लिया जाता है।

इस प्रकार पांशुज कौलम्ब प्लविद, २ पां प्ल, कौ ओ प्ल$_{३}$, उ$_{२}$ ओ प्राप्त होता है। इसे गन्धकाम्ल द्वारा संचालित करनेसे कौलम्ब ओषिद कौ$_{२}$ ओ$_{५}$ मिलता है। शुष्क पांशुज कौलम्ब प्लविद को सैन्धक के साथ गरम करनेसे कौलम्ब द्विओषिद, कौ$_{२}$ ओ$_{२}$ मिलता है। पंचौषिद को हड्डीके कोयलेके साथ हरिन्के प्रवाहमें गरम करनेसे कौलम्ब पंच हरिद कौ ह$_{५}$ मिलता है। और द्विओषिद को केवल हरिदके साथ गरम करनेसे कौलम्ब ओष हरिद, कौ ओ ह$_{३}$ मिलता है। इन हरिदोंकी वाष्पोंको उद्जन के साथ रक्त तप्त नलिकाओंमें प्रवाहित करने से कौलम्बम् धातु प्राप्त हो सकती है। यह धातु उदहरिकाम्ल, नोषिकाम्ल एवं अम्लराज द्वारा गरम करने पर भी प्रभावित नहीं होती है पर तीव्र गन्धकाम्लमें घुलकर नीरंग घोल देती है।

———

तन्तालम् (Tantalum), त, Ta

यह कहा जा चुका है कि यह कौलम्बमके साथ मिलता है। उपर्युक्त प्रक्रियाओं द्वारा यह पांशुज तन्ताल प्लविद, $पां_2 त प्ल_7$, में परिणत कर लिया जाता है। इस द्विगुण प्लविद को पांशुजमके साथ गरम करनेसे तन्तालम् धातु मिल सकती है।

$$पां_2 त प्ल_7 + 5 पां = 7 पां प्ल + त$$

यह श्याम चूर्ण धातु है। वायुमें गरम करने पर यह जल उठती है और ओषिद, $त_2 ओ_5$, बन जाता है। यह उदप्लविकाम्ल को छोड़कर अन्य किसी भी अम्लमें नहीं घुलती है। हरिद या गन्धक की वाष्पोंमें भी गरम करनेसे जल उठती है। तंताल पंचौषिद, $त_2 ओ_5$ को कोयलेके साथ हरिद के प्रवाहमें गरम करनेसे तन्ताल हरिद, $त ह_5$ प्राप्त होता है। यह धुंआदार सूच्याकार पीले रवों का होता है। जलके साथ शीघ्र मिलानेसे यह झिल्ली दार तन्तालिकाम्ल, $उतओ_3$, का अवक्षेप देता है। इसके लवण तन्तालेत (tantalate) कहलाते हैं। अम्लको दाहक पांशुजक्षार में घोलनेसे पांशुज-षड् तन्तालेत, $पां_8 त_6 ओ_{19}$ प्राप्त होता है।

विशदम् (Bismuth) वि, Bi

आवर्त्त संविभागके पांचवें समूह की विषम श्रेणीमें नोषजन, स्फुर, संक्षीणम्, आञ्जनम् और विशदम् तत्व हैं। इन तत्वोंके गुणों पर दृष्टि डालने से पता चल जायगा कि ज्यों ज्यों परमाणु भार बढ़ता जा रहा है, तत्वों के अधातु-गुण कम होते जा रहे हैं। आञ्जनम् को तो अर्ध धातु भी माना जा सकता है। विशदम्में तो केवल धातुके ही गुण हैं। परमाणुभारकी वृद्धिके साथ साथ तत्वों के ओषिदों में अम्लीय गुण कम होते जाते हैं और क्षारीय गुण बढ़ते जाते हैं। नोषजनके ओषिद नोषसाम्ल और नोषकाम्लके समान प्रबल अम्ल देते हैं। स्फुर और संक्षीणम्के ओषिद स्फुरिकाम्ल और संक्षीणिकाम्ल देते हैं, जो कि पूर्वकी अपेक्षा कम प्रबल हैं। आञ्जनिकाम्ल तो बहुत ही क्षीण अम्ल है। विशदिकाम्ल की विद्यमानता सन्देह-जनक ही है। इसमें अम्लीय गुणों की अपेक्षा विशदिक उदौषिद के गुण हैं।

इन तत्वोंके उदिदोंमें भी इसी प्रकार का क्रम मिलता है। नोषजन का उदिद अमोनिया अत्यन्त स्थायी और प्रबल क्षार है। सभी अम्लों से यह संयुक्त होकर लवण दे सकता है। स्फुर का उदिद, स्फुरिन, $स्फु उ_3$, भी स्थायी है पर इसमें क्षारीय गुण प्रबल नहीं है। यह केवल उदनैलिकाम्ल और उदअरुणिकाम्लों के साथ ही संयुक्त हो सकता है। संक्षीणम् का उदिद, संक्षीणिन् $क्ष उ_3$, 230° पर ही विभाजित हो जाता है और इसमें क्षारत्व का भी अभाव है। यह किसी अम्लमें संयुक्त नहीं हो सकता है। आञ्जनम् का उदिद 150° के नीचे ही विभाजित हो जाता है और यह भी किसी अम्लसे संयुक्त होकर लवण नहीं देता है। विशद उदिद की विद्यमानता सन्देह जनक ही है।

इस सबसे स्पष्ट है कि अन्य तत्वों की अपेक्षा विशदम् में प्रबल धात्विक गुण हैं और इसका वर्णन धातु तत्वोंके साथ ही किया जा सकता है।

खनिज—विशदम् मुख्यतः धातु रूपमें ही पाया जाता है, पर यह बिसमथाइट खनिजमें ओषिद, $वि_2 ओ_3$, और बिस्मुथाइन में गन्धिद, $वि_2 ग_3$ के रूपमें भी पाया जाता है।

धातु उपलब्धि—यदि धातु रूपमें विशदम् मिला तो उसे पिघला का शुद्ध कर लेते हैं। इसका द्रवांक केवल 271° है अतः सरलता से पिघलाया जा सकता है। पिघले हुए द्रवको एक ओर उंडेल लेते हैं और इस तापक्रम पर न पिघलने वाली अशुद्धियां दूर हो जाती हैं। यदि गन्धिद या ओषिद खनिज लिया (इन खनिजोंमें कोबल्टम् और नकलम् की भी अशुद्धियां रहती हैं) तो इन्हें पहले भूंजते हैं। इस प्रकार विशद त्रिओषिद, $बि_2 ओ_3$, बन जाता है। इसमें कोयला, थोड़ा सा लोहा और थोड़ा सा

द्रावक* (Flux) मिला देते हैं। तत्पश्चात् घरिया या क्षेपण भट्टी में गरम करते हैं। तप्त करने पर विशदम् पिघल जाता है और नक़लम् के ओषिदोंकी तह ऊपर आ जाती है। इस प्रकार पिघले हुए भागको पृथक् कर लिया जाता है।

यदि इस प्रकार प्राप्त धातुको और भी अधिक शुद्ध करना हो तो उसे हलके नोषिकाम्लमें घोलते हैं और घोलको पानीमें उंडेलते हैं। इस प्रकार भस्मिक विशद नोषेत अवक्षेपित हो जाता है। इस अवक्षेपको छान-सुखाकर तप्त करनेसे विशद ओषिद मिलता है जिसे फिर कर्बनके साथ अवकृत करनेसे विशदम् धातु मिल सकती है।

विशदम्के गुण—यह कठोर भंजनशील धातु है जिसमें लाली लिये हुए मटमैला रंग होता है और धातुकी चमक होती है। पिघले हुए विशदम्-को ठोस करनेसे आयतनमें कमी होनेके स्थानमें वृद्धि होती है। द्रव विशदम्का घनत्व १०·०४ और ठोस का ९·७८ है। अन्य भौतिक गुण पूर्व सारिणीमें दिये हुए हैं। शुष्क वायुमें यह अप्रभावित रहता है, और पानीका भी इस पर केवल धीरे धीरे प्रभाव होता है। गलानेपर यह ओषिदमें परिणत हो जाता है और ज़ोरोंसे गरम करने पर यह नील-श्वेत ज्वालासे जलने लगता है, एवं विशद ओषिद, वि$_2$ ओ$_3$, की भूरी वाष्पें निकलने लगती हैं। यह हरिन् और गन्धकसे संयुक्त हो सकता है। यह उदहरिकाम्ल और गन्धकाम्ल द्वारा साधारण तापक्रम पर अप्रभावित रहता है। गन्धकाम्ल के साथ गरम करनेसे गन्धक द्विओषिद निकलने लगता है।

२ वि + ६ उ$_2$ ग ओ$_4$ = वि$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$
+ ३ ग ओ$_2$ + ६ उ$_2$ ओ

यह नोषिकाम्लमें घुलकर विशद नोषेत, वि (नोओ$_3$)$_3$ देता है और अम्लराजमें घुलकर विशद-हरिद, वि ह$_3$। विशदम्के लवणोंका घोल अधिक पानीमें डालनेसे उदविश्लेषित हो जाता है और भस्मिक लवण अवक्षेपित हो जाते हैं :—

वि ह$_3$ + २ उ$_2$ ओ $\rightleftharpoons$ वि (ओ उ)$_2$ ह + २ उ ह
$\rightleftharpoons$ वि ओ ह + उ$_2$ ओ + २ उ ह

धातु संकर—विशदम्के धातुसंकर अत्यन्त उपयोगिताके हैं क्योंकि बहुधा इनमें वे गुण होते हैं जो पृथक् पृथक् धातुओंमें नहीं होते हैं। सब धातु संकरोंमें ५०% विशदम् धातु होती है और शेष सीसम्, वंगम्, संदस्तम् आदि। निम्न सारिणीमें कुछ धातु संकर दिये जाते हैं:—

इन धातु संकरोंके द्रवांकोंसे स्पष्ट हो जायगा कि यह कितने शीघ्र पिघलने वाले हैं।

	न्यूटन-धातु	रोज़ धातु	वुड-धातु	लाइटेन वर्ग धातु	लिपोविट्ज धातु
विशदम्	८	२	४	५	१५
सीसम्	५	१	२	३	८
वंगम्	३	१	१	२	४
संदस्तम्	०	०	१	०	३
द्रवांक	९४·५	९३·७५°	७१°	९१·६.	६०-६५°

*द्रावक वे पदार्थ होते हैं जिनके मिलनेसे मिश्रण कम तापक्रम पर पिघलने लगता है।

संयोग तुल्यांक और परमाणुभार—विशद धातु को नोषिकाम्ल द्वारा नोषेत में परिणत करते हैं और नोषेतको तप्त करके विशद त्रिओषिद बनाते हैं। इस ओषिदकी मात्रा ज्ञात होनेसे विशदम्का संयोग तुल्यांक निकाला जा सकता है।

४ वि (नो ओ$_3$)$_3$ = २ वि$_2$ ओ$_3$ + १२ नो ओ$_2$ + ३ ओ$_2$

४१६ ग्राम विशदम् धातुसे इस प्रकार प्रक्रियाको करनेसे ४६४ ग्राम विशद ओषिद मिलता है अर्थात् ४८ भाग ओषजन ४१६ भाग विशदम् से संयुक्त है अतः ८ भाग ओषजन ६९·३३ भाग विशदम्से संयुक्त है अतः संयोग तुल्यांक ६९·३३ हुआ।

विशदम् के अनेक उड़न शील यौगिक हैं जिन का वाष्पघनत्व निकाला जा सकता है। वाष्पघनत्व द्वारा परमाणु भार २०० के लगभग आता है अतः निश्चित परमाणुभार ६९·३३ × ३ = २०८ हुआ। विशदम् त्रिशक्तिक है।

ओषिद—विशदम् के ४ ओषिद पाये जाते हैं। विशद द्विओषिद, वि$_2$ ओ$_2$, जिसमें कुछ क्षारीय गुण हैं; विशद त्रिओषिद, वि$_2$ ओ$_3$, यह क्षारीय है। चतुरोषिद, वि$_2$ ओ$_4$ और पंचौषिद, वि$_2$ ओ$_5$ अम्लीय हैं। इनमें त्रिओषिद ही अधिक मुख्य है।

विशद त्रिओषिद—विशद उदौषिद, विओ (ओउ) या विशद नोषेतको गरम करनेसे मिलता है। यह पीलापन लिये हुए श्वेत पदार्थ है जो ८२०° पर गल जाता है, ७०४° तक गरम करने से यह हरित्-पीत रवोंका एक दूसरा ही रूप धारण कर लेता है। पोर्सीलेनकी बनी हुई घरिया में इसे पिघलानेसे पीले सूच्याकार रवे प्राप्त होते हैं। यह इसी त्रिओषिद का तीसरा रूप है। अन्य धातुओं के साथ मिलाकर यह ओषिद रङ्गदार कांच बनाने के काम में आता है। टाग-ओषिद के साथ मिलाने से पीला कांच बन सकता है।

किसी विशदम् लवण के घोलमें अमोनिया या दाहक क्षार डालनेसे विशद त्रिउदौषिद, वि (ओउ)$_3$ का श्वेत अवक्षेप मिलता है। यह अवक्षेप क्षारोंमें अनघुल और अम्लोंमें घुलनशील है। इस उदौषिद का शीघ्र अवकरण हो सकता है और अवकृत होने पर विशदम् धातुका काला चूर्ण प्राप्त होता है। इस प्रकार यदि विशद-लवणके घोलमें वंगस हरिद वह$_2$, की अधिक मात्रा डालकर यदि दाहक क्षार का घोल डालकर गरम किया जाय तो विशदम् धातुका काला अवक्षेप आवेगा। प्रक्रियायें इस प्रकार हैं:—

वह$_2$ + २ सै ओउ = व (ओउ)$_2$ + २ सै ह

वि ह$_3$ + ३ सै ओउ = वि (ओउ)$_3$ + ३ सै ह

२ वि (ओउ)$_3$ + ३ व (ओउ)$_2$ = २ वि + ३व (ओउ)$_4$

इस प्रकार विशदम् धातु और वंगिक उदौषिद, व (ओउ)$_4$, मिलते हैं।

विशद द्विओषिद—वि$_2$ ओ$_2$—भस्मिक विशद काष्ठेत, (वि ओ)$_2$ क$_2$ ओ$_4$ को गरम करनेसे विशद द्विओषिदका काला चूर्ण मिलता है।

(वि ओ)$_2$ क$_2$ओ$_4$ = वि$_2$ ओ$_2$ + २क ओ$_2$

वंगस हरिद, और विशद त्रिओषिद की उपयुक्त मात्राको उदहरिकाम्लमें घोलकर मिश्रणको दाहक पांशुज क्षार के घोलमें छोड़नेसे भी यह मिल सकता है। इसके काले अवक्षेपको १२०° पर सुखा लेना चाहिये।

विशद चतुरोषिद—वि$_2$ ओ$_4$—विशद त्रिओषिद को क्षारीय घोलमें पांशुज लोहीश्यामिद, पां$_3$ लो-(कनो)$_6$ द्वारा ओषदीकृत करनेसे चतुरोषिद का भूरा चूर्ण मिलता है।

वि$_2$ ओ$_3$ + २ पां$_3$ लो (कनो)$_6$ + २ पां ओउ = वि$_2$ ओ$_4$ + २ पां$_4$ लो (कनो)$_6$ + उ$_2$ ओ

विशद पंचौषिद—वि$_2$ ओ$_5$—उबलते हुए पांशुज उदौषिदके घोलमें विशद त्रिओषिद छितराकर हरिन् प्रवाहित करनेसे पंचौषिदका लाल चूर्ण प्राप्त होता है।

वि, ओ, + २ ह२ + ४ पां ओ उ
= वि२ ओ५ + ४ पां ह + २ उ२ ओ

रंगमें चतुरोषिद् और पंचौषिद् सीस द्विओषिद्के समान हैं और नोषिकाम्लमें अनुघुल हैं। विशद् त्रिओषिद्को दाहक पांशुज क्षारके साथ गलानेसे पांशुज विशदेत, पां वि ओ३, का भूरा पदार्थ मिलता है। यह जलमें उदविश्लेषित हो जाता है। इस प्रकार पंचौषिद्, वि२ ओ५ अवक्षेपित हो जाता है:—

२ पां वि ओ३ + उ२ ओ
= वि२ ओ५ + २ पां ओ उ

विशद् हरिद्—विह३-विशद ओषिद, वि२ओ३, को उदहरिकाम्लमें घोलनेसे अथवा विशदम् धातुको हरिन्के प्रवाहमें गरम करनेसे विशद हरिद प्राप्त होता है। यह मृदु श्वेत रवेदार पदार्थ है जिसका द्रवांक २२७° और क्वथनांक ४४७° है। विशदम्को अम्लराजमें घोलने से भी यह मिल सकता है। विशद हरिद का घोल पानीमें छोड़नेसे उदविश्लेषित होकर विशदओषहरिद, वि ओह, का अवक्षेप देता है जैसा कि पहले कहा जा चुका है।

विशदम् और अरुणिन्के संसर्गसे सुनहरा विशद अरुणिद, वि रु३, बनता है जो जलके संसर्गसे श्वेत ओषअरुणिद, वि ओ रु में परिणत हो जाता है। वंगस हरिदमें नैलिन्को घोलकर उदहरिकाम्ल द्वारा संपृक्त करनेके पश्चात् यदि घोलमें विशद ओषिद मिलाया जाय तो काला विशद नैलिद, वि नै३, बनता है। यह नैलिद जलके प्रभाव से लाल, वि ओ नै, देता है।

विशद् नोषेत—वि (नो ओ३)३—यह विशदम्को नोषिकाम्लमें घोलनेसे बनता है। जलके संसर्गसे भस्मिक विशद नोषेत में परिणत हो जाता है।

वि (नो ओ३, नो ओ३ + २ उ२ओ, नो ओ३)
= वि (ओउ, ओउ + २ उ नो ओ३, नोओ३)

विशद् गन्धेत—वि२ (गओ४)३—विशदम्को तीव्र गन्धकाम्लके साथ गरम करनेसे यह बनता है। पानीके संसर्गसे यह अनघुल भस्मिक विशद गन्धेत, वि२ (ओउ)४ गओ४ का अवक्षेप देता है। पांशुज गन्धेतके साथ यह द्विगुण लवण, पां वि- (गओ४)२ भी देता है।

विशद् गन्धिद्—वि२ ग३—यह विशदम्को गन्धकके साथ गलानेसे मिलता है अथवा विशद्-लवणके घोलमें उदजन गन्धिद् प्रवाहित करनेसे इसका काला अवक्षेप मिल सकता है। यह अवक्षेप नोषिकाम्ल और उबलते हुए उदहरिकाम्लमें घुलनशील है पर क्षारोंमें एवं पीत अमोनियम-गन्धिदमें अनघुल है।

विशद् कर्बनेत—वि२ (क ओ३)३—यह नहीं पाया जाता है। पर यदि विशद-नोषेतके घोलमें सैन्धक कर्बनेत डाला जाय और उपलब्ध अवक्षेप को सुखाया जाय तो भस्मिक विशद कर्बनेत, (विओ)२ कओ३ मिलेगा। इसे भस्मिक विशद हरिद, वि ओ ह के समान समझा जा सकता है।

सुनागम् (Molybdenum,) सु, Mo

सुनागम् तत्त्वका मुख्य खनिज सुनागित (मोलिबडेनाइट), सुग२, है। यह वुलफेनाइट, सीसुओ४ में भी पाया जाता है। लोहे के खनिजों में भी इसकी कुछ मात्रा विद्यमान रहती है। इन खनिजोंको वायुमें भूँजनेसे त्रिओषिद, सुओ३, प्राप्त होता है। इसके अन्य ओषिद, सुओ,सु२ ओ३ और सुओ२, भी पाये गये हैं। त्रिओषिदको सैन्धकपारदमेलसे अवकृत करने पर घोल का रंग नीला होकर भूरा और अन्तमें काला पड़ जाता है। इस प्रकार एकार्ध-ओषिद, सु२ ओ३ मिलता है।

इस ओषिद्को वायु प्रवाहमें गरम करनेसे द्विओषिद, सुओ$_2$ मिलता है। सुनाग-द्विहरिद, सुह$_2$ को गरम पांशुजउद्औषिद्के घोलके साथ उबालनेसे एकौषिद, सुओ का काला चूर्ण प्राप्त होता है।

सुनाग त्रिओषिद, या हरिद्को उद्जन प्रवाह में गरम करनेसे सुनागम् धातु प्राप्त होती है। सुनागद्विओषिद को हड्डीके कोयलेके साथ कर्बन की घरियामें विद्युत-भट्टीमें गरम करने सेभी यह धातु बनायी जासकती है।

सुनागत्रिओषिद अमोनियामें घुलनशील है। घुलकर अमोनियम सुनागेत, (नोउ$_4$)$_2$ सुओ$_4$, यौगिक बनाता है। घोलको वाष्पीभूत करनेसे जो रवे प्राप्त होते हैं वे (नोउ$_4$)$_6$ सु$_7$ ओ$_{24}$. ४उ$_2$ ओके हैं। साधारण अमोनियम सुनागेत का यही सूत्र समझना चाहिये। इसी प्रकार पांशुज सुनागेत भी कई प्रकार के होते हैं—पां$_2$सु ओ$_4$; पां$_6$ सु$_7$ ओ$_{24}$, पां$_2$ सु$_4$ ओ$_{13}$, इत्यादि। अमोनियम सुनागेतमें नोषिकाम्ल डालनेसे सुनागिकाम्ल, उ$_2$ सुओ$_4$ की पीली पपड़ी प्राप्त होती है।

किसी स्फुरेतके घोलमें नोषिकाम्ल डालकर अमोनियम सुनागेतका घोल डालकर गरम करनेसे निम्न पदार्थ का पीला अवक्षेप मिलता है।

(नोउ$_4$)$_3$ स्फुओ$_4$, १२सुओ$_3$, २उ नो ओ$_3$, उ$_2$ओ

इस अवक्षेपको १५०°-१८०° तक गरम करनेसे अमोनियम-स्फुरो-सुनागेत, (नोउ$_4$)$_3$ स्फुओ$_4$, १२ सुओ$_3$, रह जाता है।

सुनागम् धातु प्लविन्से साधारण तापक्रम पर ही संयुक्त हो सकती है पर रक्ततप्त करने से हरिन्से भी संयुक्त हो जाती है। यह नोषिकाम्लको छोड़ कर अन्य हलके अम्लोंमें अनघुल है पर तीव्र गन्धकाम्लमें घुलनेपर पहले हरा घोल देती है, पर बादको गन्धक द्विओषिद वाष्पोंके निकल जाने पर घोल नीरंग हो जाता है और सुनाग त्रिओषिद रह जाता है।

सुनागम्के लवण दो प्रकारके होते हैं-सुनाग-लवण (Molybdenum salt) और सुनागील (Molybdenyl) लवण।

सुनागहरिद—सुनागम्को शुष्क हरिन्में गरम करनेसे सुनागपंच हरिद, सुह$_5$, के काले रवे प्राप्त होते हैं जिनका द्रवांक १९४° है। इस हरिद्को कर्बन द्विओषिद्में वाष्पीभूत करनेसे सुनाग त्रिहरिद, सुह$_3$ और चतुर्हरिद, सुह$_4$ प्राप्त होते हैं।

सुनागीलहरिद, सुओ$_2$ ह$_2$-यह सुनाग द्विओषिद को हरिन्के प्रवाहमें गरम करनेसे बनता है। यह जल और मद्यमें घुलनशील है। द्विओषिद और अरुणिन् के संसर्गसे सुनागील अरुणिद, सुओ$_2$ रु$_2$ बनता है।

वुल्फामम् (Tungsten), वु, W

इसके खनिज शीलाइट, खटिक वुल्फ्रामेत, खवुओ$_4$; वुल्फ्राम, लोह वुल्फ्रामेत, लो वु ओ$_4$; वुल्फ्रेमाइट, (मा, लो) वु ओ$_4$ आदि हैं। खनिज को सैन्धक कर्बनेत और नोषेतके मिश्रणके साथ गलानेसे घुलनशील सैन्धक वुल्फ्रामेत बन जाता है जिससे वुल्फ्रामम्के अन्य लवण बनाये जा सकते हैं। वुल्फ्रामम्-धातु त्रिओषिद्को कर्बनके साथ अवकृत करके अथवा उद्जन प्रवाह में गरम करके प्राप्त हो सकती है। यह चमकदार धातु है जो साधारण तापक्रम पर प्लविन्से और ३००° पर हरिन्से संयुक्त हो सकती है। वायुमें धातु का चूर्ण रक्त तप्त किया जाने पर जल उठता है और त्रिओषिद बन जाता है पर पांशुज हरेतके साथ गरम करने पर यह प्रक्रिया और भी आसानीसे हो सकती है। गन्धकाम्ल, उद्हरिकाम्ल और उद्प्लविकाम्ल का इसपर बहुत ही कम प्रभाव होता है पर नोषिकाम्ल और उद्प्लविकाम्ल के मिश्रणमें यह शीघ्र घुल जाता है। अम्लराजके प्रभावसे भी शीघ्र ओषदीकृत हो जाता है। उबलते

हुए दाहक सैन्धक क्षारके घोलमें यह घुलनशील है और सैन्धक वुल्फ्रामेत बन जाता है, एवं उदजन निकलने जाता है।

ओषिद—वुल्फ्राम त्रिओषिद, वु ओ$_3$, तो खनिज रूपमें भी पाया जाता है। वुल्फ्रामम् धातु पर अम्ल-राजके प्रभावसे भी यह बनता है। इसको उदजन प्रवाहमें गरम करनेसे द्विओषिद, वु ओ$_2$, बनता है। द्विओषिद भूरा और त्रिओषिद पीला चूर्ण होता है। द्विओषिद सैन्धक क्षारमें घुलकर सैन्धक वुल्फ्रामेत देता है।

वु ओ$_2$ + २ सै ओ उ = सै$_2$ वु ओ$_4$ + उ$_2$

वुल्फ्राम त्रिओषिद अम्लीय ओषिद है। इसके लवण वुल्फ्रामेत कहलाते हैं जैसे सैन्धक वुल्फ्रामेत सै$_2$ वु ओ$_4$, सैन्धक मध्य वुल्फ्रामेत, सै$_2$ वु$_4$ ओ$_{13}$ और परवुल्फ्रामेत, सै$_{10}$ वु$_{12}$ ओ$_{41}$। ठंडे सैन्धक वुल्फ्रामेत में अम्ल डालनेसे वुल्फ्रामिकाम्ल, उ$_2$ वु ओ$_4$ का श्वेत घुलनशील अवक्षेप आ जाता है, पर यदि उबालकर गरम अम्लसे प्रभावित किया जाय तो पीला अनघुल अवक्षेप आवेगा।

वुल्फ्रामो-शैलिकाम्ल—(Tungstosilicic acid) और इसके लवण जैसे पां$_8$ वु$_{12}$ शै ओ$_{42}$ शैलिकाम्ल और वुल्फ्रामेतों के संसर्गसे बनाये जा सकते हैं। स्फुरिकाम्ल (या स्फुरेत), नोषिकाम्ल औरसैन्धक वुल्फ्रामेत के घोल को गरम करनेसे स्फुरो वुल्फ्रामिकाम्ल के लवण भी प्राप्त होते हैं।

शुष्क हरिद—शुद्ध हरिन् के प्रवाहमें वुल्फ्रामम् धातु को गरम करनेसे वुल्फ्राम-षड्-हरिद, वु ह$_6$ बनता है। वुल्फ्राम द्विओषिद पर हरिन् प्रवाहित करनेसे वुल्फ्राम ओष हरिद, वु ओ ह$_4$ और वु ओ$_2$ ह$_2$, बनते हैं। वुल्फ्राम हरिद, व ह$_6$ ठोस बैंजनी रवेदार पदार्थ है। इसे उदजनके प्रवाहमें गरम करनेसे पंचहरिद वु ह$_5$ और चतुर्हरिद, वु ह$_4$ भी बनते हैं।

पिनाकम् (Uranium), पि, U

यह तत्व बहुत कम पाया जाता है। सं० १८४६ वि०में क्लेपराथने पिचब्लैंडी खनिजमें इस तत्वकी संभावनाका निर्देश किया था। पिचब्लैंडीमें पिनाकोसो पिनाकिक ओषिद, पि$_3$ ओ$_8$, अशुद्ध रूपमें है। इसमें यह ओषिद ४०-९०% प्रतिशतक तक पायाजाता है। इसके अतिरिक्त शेष बालू, लोहा, सीसम्, मगनीसिया, खटिकम् आदि रहते हैं। खनिज पदार्थ को गन्धकाम्ल द्वारा सञ्चालित किया जाता है, तत्पश्चात् जलमें घोल बनाने से सीसगन्धेत, बालू आदि अशुद्धियाँ अनघुल रह जाती हैं जिन्हें छानकर अलग कर दिया जाता है। इसके बाद स्वच्छ घोलमें उदजन गन्धिद वायव्य प्रवाहित किया जाता है जिससे बहुत सी अशुद्धियोंके अनघुल गन्धिद अवक्षेपित हो जाते हैं। इन्हें फिर छान कर अलग कर देते हैं। तदुपरान्त घोलको नोषिकाम्ल द्वारा ओषदीकृत करके अमोनिया द्वारा अवक्षेपित करते हैं। इस प्रक्रियासे लोह उदौषिद और पिनाकिक उदौषिद दोनों का अवक्षेप प्राप्त होता है। इस अवक्षेपमें अमोनियम कर्बनेत डालते हैं जिसमें लोह उदौषिद अनघुल है पर पिनाकिक उदौषिद द्विगुण कर्बनेत, पि ओ$_2$-कओ$_3$, २ (नोउ$_4$)$_2$ कओ$_3$ बनकर घुल जाता है। स्फटिकीकरण करने पर इसके पीले रवे प्राप्त होते हैं। इसे तप्त करनेसे शुद्ध ओषिद, पि$_3$ ओ$_8$, प्राप्त हो जाता है।

यह ओषिद नोषिकाम्लमें घुलकर पीला पिनाकील (uranyl) नोषेत, पि ओ$_2$ (नोओ$_3$)$_2$ ६ उ$_2$ओ देता है। पिनाकम्के मुख्य लवणोंमें पिनाकील मूल, पि ओ$_2$, है जो द्विशक्तिक है। इस नोषेतको २५०°तक कांचकी नलीमें गरमकरनेसे पिनाकील ओषिद, (पि ओ$_2$) ओ, मिलता है जो भूरा चूर्ण है। पर यदि ओषिद, पि$_3$ओ$_8$, को उदजन प्रवाहमें गरम किया जाय तो पिनाक-द्वि- ओषिद, पि ओ$_2$ मिलता है।

पिनाक द्विश्रोषिद्‌को उद्‌जनहरिद्‌में तप्त करने से पिनाक चतुर्हरिद या पिनाकस हरिद, पिह$_4$ मिलता है। किसी भी श्रोषिद्‌को कोयलेके साथ मिलाकर हरिन् प्रवाहमें गरम करनेसे यह मिल सकता है। इसके सुन्दर हरे अष्टतलीय रवे होते हैं जिनमें धात्विक चमक होती है। इसमें प्रबल अवकारक गुण होते हैं। स्वर्ण और रजतके लवणोंको यह शीघ्र अवकृत कर देता है। हरिन्‌के संयोगसे यह पिनाक पंच हरिद, पिह$_5$, भी देता है।

पिनाक चतुर्हरिद और पांशुजहरिद्‌के मिश्रणको सैन्धकम् धातुसे प्रभावित करनेसे पिनाकम् धातु प्राप्त होती है। पिनाकम् धातु पिनाकोसो पिनाकिक श्रोषिद्, पि$_2$ श्रो$_3$, को विद्युत् भट्टीमें शक्करके कोयलेके साथ गरम करके भी मिल सकती है। शुद्ध पिनाकम् श्वेत धातु है। पिसे हुए रूपमें यह वायुमें ही श्रोषदीकृत हो जाता है। जलको भी यह धीरे धीरे विभाजित कर देता है। यह प्लविन्, हरिन्, नैलिन्, अरुणिन्, गन्धक आदिसे भी सरलतासे संयुक्त हो सकता है। इसमेंसे रौञ्जनरश्मियों के समान बेकेरल रश्मियां निकला करती हैं।

पिनाक द्विश्रोषिद् पर शुष्क हरिन् गैस प्रवाहित करनेसे पिनाकील हरिद, पि श्रो$_2$ ह$_2$, बनता है जो पीला रवेदार पदार्थ है। यह पांशुज हरिद्‌के साथ द्विगुण लवण, २ पांह. पिश्रो$_2$ ह$_2$, २ उ$_2$ श्रो, देता है। पिनाक अरुणिद, पिरु$_4$, और पिनाकील अरुणिद भी हरिदोंके समान बनाये जा सकते हैं।

पिनाकम् धातुको गन्धककी वाष्पोंमें गरम करनेसे पिनाकस गन्धिद, पिग$_2$, बनता है। श्रोषिद, पि$_3$ श्रो$_8$ को हलके गन्धकाम्लमें घोलकर मद्यकी विद्यमानतामें स्फटिकीकरण करनेसे पिनाकस गन्धेत पि (गश्रो$_4$)$_2$ के रवे मिलते हैं। पिनाकील नोषेतमें गन्धकाम्ल डालकर पिनाकील गन्धेत; पिश्रो$_2$ गश्रो$_4$ बनाया जा सकता है। पिनाकील नोषेत, पि श्रो$_2$ (नोश्रो$_3$)$_2$, पिनाक श्रोषिद्‌को नोषिकाम्लमें घोलकर बनाया जा सकता है।

पिनाकील लवणोंके घोलमें पांशुजक्षारके घोल की समुचित मात्रा डालने से पांशुज द्विपिनाकेत, पां$_2$ पि$_2$ श्रो$_7$ का पीला अवक्षेप मिलता है। इसी प्रकार सैन्धक पिनाकेत, सै$_2$ पि$_2$ श्रो$_7$ भी बन सकता है जिसके गरम घोलमें अमोनियम हरिद डालकर अमोनियम पिनाकेत बनाया जा सकता है।

शशिम् और थलम्

(Selenium and Tellurium)

अब हम यहां उन दो तत्वोंका विवरण देंगे जिनमेंसे एकका नाम चन्द्रलोक (शशि=चन्द्र) पर और दूसरेका नाम भूलोक (थल=भू) पर दिया गया है। छठे समूह की विषम श्रेणीमें गन्धकके साथ साथ शशिम् और थलम्‌का भी नाम आता है। गन्धक अधातु तत्व है और उन दोनों तत्वोंके अनेक यौगिक गन्धकके यौगिकोंके समान हैं, फिर भी इनमें धातुओंके भी समुचित गुण हैं।

खनिज—शशिम्‌के खनिज क्लौसथेलाइट, सीश, श्रोनोफ्राइट, पा श, ४ पा ग; ज़ोरगाइट, सी ता, और क्रूकेसाइट, (ता, थ, र)$_2$ श हैं। थलम् तत्वरूपमेंभी पाया जाता है, और थलिदोंके रूपमें भी श्यामथलम्, (स्व, सी)$_2$ (थ, ग, ज)$_3$; हेसाइट, र$_2$ थ आदि इसके खनिज हैं।

धातु उपलब्ध—(१) शशिम्‌के खनिजोंमेंसे शशिम् तत्व निकालनेके लिये खनिजको पांशुजश्यामिद्‌के घोल द्वारा संचालित करते हैं। इस प्रकार पांशुज शशो श्यामिद, बन जाता है जिसे पांशुज गन्धको श्यामिद (पां क नो ग) के समान समझना चाहिये।

श + पां क नो = पां क नो श

इस शशोश्यामिद्‌में उद्‌हरिकाम्ल डालनेसे शशिम् अवक्षेपित हो जाता है:—

पां क नो श + उ ह = पां ह + उ क नो + श

इसको और शुद्ध करनेके लिये इसे नोषिकाम्ल में घोलकर वाष्पीभूत करते हैं। इस प्रकार शशि-

द्विओषिद, श ओ$_2$, बन जाता है जो जलमें रखे जमाने पर शशसाम्ल, उ$_2$ श ओ$_3$ देता है। इस शशसाम्लमें गन्धक द्विओषिद् प्रवाहित करनेसे शशिम् लाल चूर्णके रूपमें अवक्षेपित हो जाता है:—

उ$_2$श ओ$_3$ + २ ग ओ$_2$ + उ$_2$ओ = श + २ उ$_2$ग ओ$_4$

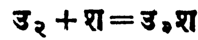
(२) थलम्के खनिजोंमेंसे थलम्को प्राप्त करने के लिये खनिजोंको उदहरिकाम्लमें घुलाते हैं और फिर इसमें सैन्धक गन्धित डालते हैं। ऐसा करनेसे थलम् अवक्षेपित हो जाता है। इसे फिर सैन्धक गन्धिद और गन्धकके साथ उबालकर सैन्धक गन्धित द्वारा अवक्षेपित करनेसे शुद्ध थलम् प्राप्त हो सकता है। यह ख़ाकी काला रंगका होता है।

धातुओंके गुण—(१) जिस प्रकार गन्धक कई रूपका पाया जाता है उसी प्रकार शशिम् भी कई प्रकारका मिलता है—(क) जमाहुआ शशिम्—यह पिघले हुए शशिम्को शीघ्र ठंडा करनेसे मिलता है। यह अपार दर्शककाला चूर्ण है जिसका घनत्व ४·२८ है। (ख) चूर्ण शशिम्—यह शशिम्के पांशुजश्यामिद घोलमेंसे उदहरिकाम्ल द्वारा अवक्षेपित करने पर मिलता है। यह लाल चूर्ण है जिसका घनत्व ४·२६ है। (ग) रवेदार शशिम्—शशिम्को कर्बनद्वि गन्धिदमें घोलकर बानजावीन द्वारा अवक्षेपित करके यह मिल सकता है। इसका घनत्व ४·४७ है। (घ) धातु शशिम्--उपर्युक्त किसी भी प्रकारके शशिम् को २००°-२२०° तापक्रम पर कुछ समय तक गरम करके यह बन सकता है। शशिम्के भौतिक गुण आरम्भकी सारिणीमें दिये हुए हैं। इसकी वाष्पें रक्तवर्ण की होती हैं।

(२) थलम् भी चूर्ण रूपका जिसका घनत्व ६·०१५ होता है और अष्टतलीय रवेदार जिसका घनत्व ६·३१ होता है पाया जाता है। इसकी वाष्पें सुनहरी होती हैं। यह वायुमें नीली ज्वालासे जलता है और जलकर थल ओषिद, थ ओ$_2$, देता है।

उद्दिद्—जिस प्रकार गन्धक उदजनसे संयुक्त होकर उदजनगन्धिद, उ$_2$ग, देता है, उसी प्रकार, शशिम् और थलम् भी उदजनसे संयुक्त होकर उदजनशशिद उ$_2$ श, और उदजनथलिद, उ$_2$ थ देते हैं।

(१) बन्दनली में उदजनके साथ शशिम्को गरम करनेसे उदजन शशिद बनता है—


उ$_2$ + श = उ$_2$श

लोह बुरादेको शशिम्के साथ गरम करनेसे लोह शशिद, लोश, बनता है जो उदहरिकाम्लके साथ उदजन शशिद दे देता है—


लो श + २ उ ह = लो ह$_2$ + उ$_2$ श

उदजन शशिद नीरंग जलनेवाली गैस है जिसमें तीक्ष्ण दुर्गन्ध होती है। यह जलमें घुलनशील है। यह घोल अनेक धातु लवणोंके घोलोंके संसर्गसे धातु शशिदोंको अवक्षेपित कर सकता है पर यह स्थायी नहीं है। वायुमें खुला छोड़ने पर शशिम् अवक्षेपित हो जाता है।

(२) दस्तथलिद, या स्फट थलिद पर हलके उदहरिकाम्लका प्रयोग करनेसे उदजन थलिद बनता है। ५०°/₀ गन्धकाम्ल या स्फुरिकाम्लका −२०° पर थलम् ऋणोदका प्रयोग करके विद्युत् विश्लेषण करनेसे भी यह बन सकता है। इस तापक्रम पर यह द्रव है जिसका क्वथनांक १·८ और द्रवांक—५७° है।

थलम् पांशुजश्यामिदके साथ गलाने पर पांकनोश या पांकनोगके समान कोई यौगिक नहीं देता है, केवल पांशुजथलिद, पां$_2$थ बनता है।

ओषिद—(१) शशिम् ओषजनमें नीली ज्वालासे जलता है और रवेदार शशिओषिद, श ओ$_2$, देता है। इसे गन्धक द्विओषिद, ग ओ$_2$, के समान समझना चाहिये पर यह ठास है। जिस प्रकार गन्धक द्विओषिद जलमें घुलकर गन्धसाम्ल उ$_2$ग ओ$_3$, देता है उसी प्रकार शशि ओषिद से शशसाम्ल, उ$_2$ शओ$_3$ मिलता है। शशिम्को नोषिकाम्लके साथ उबालनेसे भी शशसाम्ल मिलता है।

इसके नीरंग सूच्याकार रवे होते हैं। यह गन्धसाम्लके समान द्विभस्मिक है। और दो प्रकारके लवण—पां उ श ओ$_{४}$ और पां$_{२}$ श ओ$_{४}$, देता है।

गन्धक त्रिओषिद, ग ओ$_{३}$, के समान शशित्रिओषिद, श ओ$_{३}$, भी होता है। यह त्रिओषिद पीला ठोस पदार्थ है। शशिओषहरिद, श ओ ह$_{२}$, में शशिम् घोल कर ओषोन द्वारा प्रभावित करनेसे यह बन सकता है। गन्धकाम्ल, उ$_{२}$ गओ$_{४}$, के समान शशिकाम्ल, उ$_{२}$ श ओ$_{४}$, भी मिलता है। शशिम् को जलमें छितरा कर अथवा शशसाम्लको घोलकर हरिन् द्वारा प्रभावित करनेसे यह अम्ल बनता है—

श + ३ उ$_{२}$ ओ + ३ ह$_{२}$=उ$_{२}$ श ओ$_{४}$ + ६उ ह

रजत शशित, र$_{२}$ श ओ$_{३}$, को जल और अरुणिन्से प्रभावित करनेसे भी यह बन सकता है।

र$_{२}$शओ$_{३}$ + उ$_{२}$ ओ + रु$_{२}$=२ र रु + उ$_{२}$ श ओ$_{४}$

इसके घोल को वाष्पीभूत करके ९७·४% शशिकाम्लका घोल (घनत्व २·६२७) मिल सकता है जिसको भली प्रकार ठंडा करनेसे शशिकाम्लके रवे मिल सकते हैं जिनका द्रवांक ५८° श है। गन्धकाम्लके समान इसमें भी जल शोषण करनेकी प्रबल शक्ति है और जलमें घोलने पर अत्यन्त ताप देता है।

शशिकाम्ल उदहरिकाम्लके साथ उबालनेपर विभाजित हो जाता है और शशसाम्ल मिलता है।

उ$_{२}$ श ओ$_{४}$ + २ उ ह
=उ$_{२}$ शओ$_{३}$ + ह$_{२}$ + उ$_{२}$ ओ

(२) थलम् वायुमें नीली ज्वालासे जलकर थल द्विओषिद, थओ$_{२}$ देता है जो जलमें बहुत ही कम घुलनशील है। थलसाम्ल नहीं पाया जाता है पर पांशुज थलित पा$_{२}$ थ ओ$_{३}$ के समान लवण पाये जाते हैं।

थलम् धातुको नोषिकाम्ल, उदहरिकाम्ल, और हरिकाम्लके मिश्रणमें घोलकर शून्यमें वाष्पीभूत करनेके उपरान्त फिर नोषिकाम्ल द्वारा अवक्षेपित करनेसे थलिकाम्ल, उ$_{२}$ थओ$_{४}$, प्राप्त होता है। यह निर्बल अम्ल है। थलसाम्ल और थलिकाम्ल की निर्बलतासे यह स्पष्ट है कि थलम्में अधातुओंके बहुत ही कम गुण हैं।

थलिकाम्लके लवण गन्धेतोंके समान थलेत कहलाते हैं। धातु थलेत थलितोंको शोरेके साथ गलाकर बनाया जा सकता है। पांशुज थलितके क्षारीय घोलमें हरिन् प्रवाहित करनेसे भी यह बन सकता है—

पां$_{२}$ थओ$_{३}$ + ह$_{२}$ + २ पां ओ उ
=पां$_{२}$ थ ओ$_{४}$ + २ पां ह + उ$_{२}$ ओ

थलेतोंको उदहरिकाम्लके साथ उबालनेसे थलित मिलते हैं—

पां$_{२}$ थ ओ$_{४}$ + २ उ ह=पां$_{२}$ थ ओ$_{३}$ +
ह$_{२}$ + उ$_{२}$ ओ

हरिद—(१) गले हुए शशिम् पर हरिन् प्रवाहित करनेसे शशि द्विहरिद, श$_{२}$ ह$_{२}$, मिलता है जो भूरा द्रव है। जलसे यह विश्लेषित होकर शशसाम्ल देता है—

२ श$_{२}$ ह$_{२}$ + ३ उ$_{२}$ ओ=उ$_{२}$ श ओ$_{३}$ +
३ श + ४ उ ह

गरम करने पर यह चतुर्हरिद, श ह$_{४}$ और शशिम् तत्वमें परिणत हो जाता है।

२ श$_{२}$ ह$_{२}$=शह$_{४}$ + ३ श

इस प्रकार द्विहरिदकी अपेक्षा चतुर्हरिद अधिक स्थायी है। शशिद्विओषिद और स्फुर पञ्चहरिदके प्रभावसे भी चतुर्हरिद मिल सकता है। शशिचतुर्हरिद पीला ठोस पदार्थ है।

३ श ओ$_{२}$ ३ स्फुह$_{५}$
=३ श ह$_{४}$ + स्फ$_{२}$ ओ$_{५}$ + स्फुओह$_{३}$

द्विहरिदके समान चतुर्हरिद भी जल द्वारा विश्लेषित होकर शशसाम्ल देता है। शशिद्विओषिद और शशि चतुर्हरिदके प्रभावसे पीला द्रव

मिलता है जो शशिओपहरिद, शओह$_2$ का है। इसका क्वथनांक १७६.५° है।

(२) पिघले हुए थलम् पर हरिन् प्रवाहित करनेसे थल द्विहरिद, थ$_2$ ह$_2$, मिलता है जो रवेदार काला पदार्थ है। वायुके संसर्गसे यह ओषहरिद, थ ओह$_2$ और चतुर्हरिद में परिणत हो जाता है। जल द्वारा इसका उदविश्लेषण हो जाता है और थलसाम्ल मिलता है—

२ थह$_2$ + ३ उ$_2$ ओ = थ + उ$_2$ थ ओ$_3$ + ४ उह

यदि हरिन्की अधिक मात्रा उपयुक्तकी जाय तेा चतुर्हरिद, थ ह$_4$, बनता है। यह भी जल द्वारा विश्लेषित होकर थलसाम्ल देता है। यह स्थायी हरिद है।

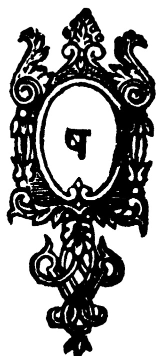
हरिदोंके अतिरिक्त प्लविद और अरुणिद भी पाये गये हैं जैसे शप्ल$_4$, शप्ल$_2$, श$_2$रु$_2$, शरु$_4$ और थप्ल$_4$, थप्ल$_2$, थरु$_2$ और थरु$_4$। थलसाम्ल और उदनैलिकाम्ल के संसर्ग द्वारा थलिक नैलिद बनता है—

उ$_2$ थ ओ$_3$ + ४ उनै = थनै$_4$ + ३ उ$_2$ओ।

पच्चीसवाँ अध्याय

रागम् और मांगनीज

(Chromium and Manganese)



ष्ठ समूहके धातु तत्वोंका वर्णन पहले दिया जा चुका है। वहां यह कहा गया था कि इस समूहके रागम् धातुके गुण सप्तम समूहके मांग-नीजके गुणोंसे अधिक मिलते जुलते हैं अतः इन दोनोंका साथ साथ वर्णन करना ही उचित प्रतीत होता है। रागम् और मांगनीज दोनों प्रथम दीर्घ खण्डकी समश्रेणीके तत्व हैं। इनके भौतिक गुण नीचेकी सारिणीमें दिये जाते हैं।

सप्तम समूहमें मांगनीजके अतिरिक्त मैसुरम् (Masurium) और रैनम् (Rhenium) नामक दो धातु तत्व और हैं जिनका अभी तीन वर्ष हुआ कुमारी टके तथा नोडक ने आविष्कार किया है। ये अत्यन्त दुर्लभ तत्व हैं और इनके गुणों एवं यौगिकोंके विषयमें बहुत कम ज्ञात हुआ है।

खनिज

रागम्—इस धातुका सबसे प्रसिद्ध खनिज रागित (क्रोमाइट) है जो लोहस रागित, $लो रा_2 ओ_4$ होता है। यह एशिया माइनर, अमरीका, भारतवर्ष आदि प्रदेशोंमें पाया जाता है। इसके अन्य खनिज क्रोमिटाइट, $लो_2 ओ_3, रा_2 ओ_3$; क्रोमओके, $रा_2 ओ_3$ आदि उपयोगी नहीं हैं।

तत्व	संकेत		परमाणुभार	घनत्व	द्रवांक	क्वथनांक	आपेक्षिक ताप
रागम्	रा	Cr	५२.०	६.५०	१४८९	२२००	०.११२
मांगनीज	मा	Mn	५४.९३	७.३९	१२०७	१९००	०.१२२

मांगनीज—मांगनीजका सबसे मुख्य खनिज पाइरोलूसाइट है जो मांगनीज-द्विओषिद, $मा ओ_2$ होता है। ब्रोनाइट, $मा_2 ओ_3$; रोडेनाइट, $माशै ओ_3$ आदि इसके अन्य खनिज हैं जो बहुत उपयोगी नहीं हैं।

धातु उपलब्धि

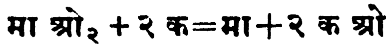
रागम्—रागम् धातु मुख्यतः राग एकार्ध ओषिद, $रा_2 ओ_3$, से बनाई जाती है। इस ओषिद-के बनानेका विवरण आगे दिया गया है। गोल्ड-श्मितकी उत्ताप विधि (thermit process) का उपयोग रागम् धातुके प्राप्त करनेमें किया जाता है। राग एकार्ध ओषिद और स्फट-चूर्णके मिश्रणको एक घरियामें रखते हैं। इस मिश्रणमें मगनीसम् और भार परौषिदका एक छोटा सा कारतूस रख देते हैं जिसे मगनीसम् तार द्वारा जलानेसे सम्पूर्ण मिश्रण जल जाता है। स्फटम् धातुका वर्णन करते हुए यह कहा जा चुका है, कि जब यह ओषजनसे संयुक्त होता है तो बहुत ताप उत्पन्न होता है। राग एकार्ध ओषिदका सम्पूर्ण ओष-जन स्फटम् ले लेता है और रागम् धातु प्राप्त हो जाती है।



$$रा_2 ओ_3 + २ स्फ = स्फ_2 ओ_3 + २ रा$$

बहुत ताप उत्पन्न होनेके कारण स्फट ओषिद भी पिघल जाता है। ठंडे होने पर इस ओषिदके रवे जिन्हें कोरूबिन कहते हैं जम जाते हैं। इन रवों-के नीचेकी तहमें रागम् रहता है जिसे अलग कर लिया जाता है। यह धातु ९९·५ प्रतिशत शुद्ध रहता है पर इसमें लोहम् और शैलम्की कुछ अशुद्धियाँ विद्यमान रहती हैं।

मांगनीज़—पाइरोलूसाइट खनिजका कर्बनके साथ अवकरण करनेसे मांगनीज़ धातु मिल सकती है—



$$\text{मा ओ}_2 + २\,\text{क} = \text{मा} + २\,\text{क ओ}$$

इस प्रक्रियामें समीकरण द्वारा प्रदर्शित मात्रासे कम कर्बनकी मात्राका उपयोग करनेसे अधिक शुद्ध मांगनीज़ प्राप्त हो सकता है अन्यथा प्राप्त मांगनीज़ में कर्बनके कुछ कण रह जाते हैं।

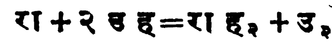
यदि और भी शुद्ध मांगनीज़ प्राप्त करना हो तो रागम्के समान गोल्डश्मित की उत्ताप-विधि द्वारा मांगनीज़के ओषिद, $\text{मा}_3\,\text{ओ}_4$, को स्फटम् द्वारा अवकृत करना चाहिये।

$$३\,\text{मा}_3\,\text{ओ}_4 + ८\,\text{स्फ} = ४\,\text{स्फ}_2\,\text{ओ}_3 + ९\,\text{मा}$$

मांगनस हरिद, मा ह_2, के घोलको पारद-ऋणोदका उपयोग करके विद्युत-विश्लेषित करनेसे और भी अधिक शुद्ध धातु मिलेगी। धातु-पारद मिश्रणको शून्यमें २५०° तक गरम करके पारदम् उड़ा देनेपर शुद्ध धातु रह जावेगी।

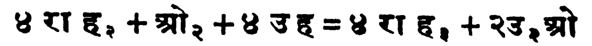
धातुओंके गुण

रागम्—यह चांदीके समान श्वेत, कठोर, रवेदार धातु है। इसके घनत्व आदि भौतिक गुण आरम्भमें दिये जा चुके हैं। यह ओष-उदजन ज्वालामें अत्यन्त प्रचंडतासे जलता है और राग-पकार्ध ओषिद, $\text{रा}_2\,\text{ओ}_3$ बनता है। यह हलके गन्धकाम्ल, और उदहरिकाम्लमें घुल जाता है, घुलने पर नीला घोल मिलता है जो रागस-लवणों का है—



$$\text{रा} + २\,\text{उ ह} = \text{रा ह}_2 + \text{उ}_2$$

रागस लवण वायुके संसर्गसे ओषजन ग्रहण करके शीघ्रही रागिक लवणोंमें परिणत हो जाते हैं।



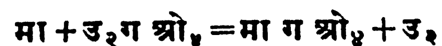
$$४\,\text{रा ह}_2 + \text{ओ}_2 + ४\,\text{उ ह} = ४\,\text{रा ह}_3 + २\text{उ}_2\text{ओ}$$

रागम् हलके नोषिकाम्लमें भी घुल जाता है पर तीव्र नोषिकाम्लमें यह शिथिल (Passive) पड़ जाता है और इसकी घुलनशीलताका गुण नष्ट हो जाता है। तीव्र नोषिकाम्लमें एक बार डुबाकर फिर चाहे इसे हलके नोषिकाम्लमें ही क्यों न रखा जाय, यह फिर नहीं घुलेगा। हवामें खुला छोड़नेसे तथा रागिकाम्लमें भी डुबोनेसे इसी प्रकार की शिथिलता इसमें आ जाती है। पर शिथिल रागम्को हलके गन्धकाम्लके अन्दर रखकर इसके पृष्ठ तलको दस्तम् धातु द्वारा छूनेसे यह शिथि-लता दूर हो जाती है। ऐसा प्रतीत होता है कि इस शिथिलताका कारण यह है कि धातुके ऊपर नोषि-काम्ल या वायुद्वारा राग-ओषिदकी एक पतली तह जम जाती है जिसके कारण फिर यह धातु घुलन-शील नहीं रह जाता है। दस्तम् और हलके गन्ध-काम्लके संसर्गसे उदजन जनित होता है जो ओषिद की तह का अवकरण कर देता है जिससे शिथिलता फिर दूर हो जाती है। रक्त तप्त होने पर रागम् भापको विश्लेषित कर सकता है:—



$$२\text{रा} + ३\text{उ}_2\text{ओ} = \text{रा}_2\text{ओ}_3 + ३\text{उ}_2$$

मांगनीज़—यह ख़ाकी रंगका धातु है जो कठोर एवं भंजनशील होता है, यह कर्बनकी अनुपस्थितिमें वायु द्वारा ओषदीकृत नहीं हो सकता है। यह साधारण तापक्रम पर ही जलको विश्लेषित कर देता है और उदजन निकलने लगता है। यह हलके लवणोंमें घुल कर मांगनस लवण देता है—



$$\text{मा} + \text{उ}_2\text{ग ओ}_4 = \text{मा ग ओ}_4 + \text{उ}_2$$

१२१०° से ऊंचे तापक्रम पर यह नोषजनसे संयुक्त होकर कई प्रकारके नोषिद, $मा_5$ $नो_2$, $मा_3$ $नो_2$ आदि देता है। गरम मांगनीज पर अमोनिया प्रवाहित करने से भी इसी प्रकारके नोषिद मिलते हैं। विद्युत् भट्टीमें कर्बनके साथ संयुक्त होकर यह कर्बिद, $मा_3$ क, देता है।

मांगनीज़ के कई धातु संकर प्रसिद्ध हैं—

(१) लोह मांगनीज—७०—८०% मांगनीज़, शेष लोहा, ०·३% से कम कर्बन

(१) स्पीगल—२०—३२% मांगनीज़ शेष लोहा, ०·३% से अधिक कर्बन

(३) मांगनीज़ ब्राञ्ज या कांसा—मांगनीज़ दस्तम् और ताम्रम् का संकर

(४) मांगेनिन—८३ भाग तांबा, १३ भाग मांगनीज़ और ४ भाग नकलम्,

रागम् और मांगनीज़ दोनों के लवण दो श्रेणियोंके होते हैं—रागस और रागिक तथा मांगनस तथा मांगनिक। अस-लवणों में ये तत्व द्विशक्तिक है और इक-लवणों में त्रिशक्तिक। रागस लवणों की अपेक्षा रागिक लवण अधिक स्थायी हैं। पर मांगनिक लवणोंकी अपेक्षा मांगनस लवण अधिक स्थायी होते हैं।

ओषिद और उदौषिद

रागउदौषिद—रा (ओउ)$_2$—किसी रागस लवण के घोलमें सैन्धक उदौषिदका घोल डालनेसे रागस उदौषिद, रा (ओ उ)$_2$ का पीला अवक्षेप मिलता है। यह जलमें ही ओषदीकृत होकर शीघ्रही रागिक उदौषिदमें परिणत हो जाता है और उदजन निकलने लगता है।

२ रा (ओउ)$_2$ + २$उ_2$ओ=२ रा(ओउ)$_3$ + $उ_2$

अतः रागस उदौषिदको गरम करनेसे रागसओषिद, राओ, नहीं बन सकता है

रागिकओषिद या रागएकार्ध ओषिद—$रा_2$ $ओ_3$- रागिक उदौषिद को जो रागिक लवणों के घोल में क्षारोंका घोल डालनेसे अवक्षेपित होता है, गरम करनेसे रागिक ओषिद मिलता है—

$$२ रा (ओउ)_3 = रा_2ओ_3 + ३उ_2ओ$$

अमोनियम द्विरागेतको गरम करनेसे भी यह मिल सकता है—

$$(नो उ_4)_2 रा_2ओ_7 = रा_2 ओ_3 + नो_2 + ४ उ_2ओ$$

पांशुजद्विरागेत को गन्धकके साथ गरम करने से भी यह मिल सकता है

$$पां_2 रा_2 ओ_7 + ग = पां_2 ग ओ_4 + रा_2ओ_3$$

यह ओषिद गले हुए सुहागे या कांचमें घुल जाता है। घुलने पर कांचका रंग हरा हो जाता है। यदि स्त्रंशम् भी विद्यमान हो तो रंग नीला हो जावेगा।

रागिक त्रिओषिद—$राओ_3$—तीव्रगन्धकाम्ल और पांशुज द्विरागेत के मिश्रणसे लाल घोल प्राप्त होता है जो त्रिओषिदका घोल है। इसे रागिकाम्ल भी कहते हैं।

मांगनीज़के ६ प्रकारके ओषिद होते हैं। इनमें कम ओषजनवाले ओषिद भस्मिक होते हैं और अधिक ओषजनवाले अम्लिक। प्रत्येक ओषिदसे किस प्रकारके लवणोंका सम्बन्ध है यह आगेकी सारिणीमें दिखाया गया है।

मांगनस ओषिद—माओ—मांगनस कर्बनेत, माक $ओ_3$, को उदजनमें गरम करनेसे यह मिल सकता है। मांगनस काष्ठेत, मा $क_2$ $ओ_4$ को गरम करनेसे भी यह मिलता है—

नाम	सूत्र	मांगनीज की संयोग शक्ति	सम्बन्धित लवण
मांगनस ओषिद	मा ओ	२ (प्रबल क्षारीय)	मांगनस लवण जैसे मा ग ओ$_4$
मांगनो मांगनिक ओषिद	मा$_3$ ओ$_4$	—	यह माओ और मा$_2$ ओ$_3$ का मिश्रण है
मांगनिक ओषिद	मा$_2$ ओ$_3$	३ (क्षीण क्षारीय)	मांगनिक लवण जैसे मा$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$
मांगनीज़ द्विओषिद	मा ओ$_2$	४ (क्षीण अम्लीय)	मांगनित, जैसे खमाओ$_2$
मांगनीज त्रिओषिद	मा ओ$_3$	६ (अम्लीय)	मांगनेत, जैसे पां$_2$ मा ओ$_4$
मांगनीज सप्तौषिद	मा$_2$ ओ$_7$	७ (अम्लीय)	पर मांगनेत, जैसे पां मा ओ$_4$

मा क$_2$ ओ$_4$ = मा ओ + क ओ + क ओ$_2$

यह खाकी हरा पदार्थ है। मांगनस लवणोंके घोलमें सैन्धक क्षार डालनेसे मांगनस उदौषिद, मा (ओ उ)$_2$ का श्वेत अवक्षेप मिलता है जो वायुके संसर्गसे मांगनिक उदौषिद, मा ओ (ओ उ) के भूरे अवक्षेपमें परिणत हो जाता है।

मांगनो मांगनिक ओषिद—मा$_3$ ओ$_4$-यह हौसमेंमाइट खनिजमें पाया जाता है। अन्य किसीभी ओषिदको वायुमें गरम करनेसे यह बन सकता है।

३ मा ओ + ओ = मा$_3$ ओ$_4$

३ मा ओ$_2$ = मा$_3$ ओ$_4$ + ओ$_2$

इसे यदि तीव्र गन्धकाम्लमें घोला जाय तो घोलमें मांगनस और मांगनिक गन्धेतों का मिश्रण मिलेगा—

मा$_3$ ओ$_4$ + ४उ$_2$ ग ओ$_4$ = मा ग ओ$_4$ + मा$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ + ४उ$_2$ ओ

जिससे स्पष्ट है कि यह ओषिद मांगनस और मांगनिक ओषिदों का मिश्रण है।

मांगनिकओषिद—मा$_2$ ओ$_3$—अन्य ओषिदों को ओषजनके प्रवाहमें गरम करनेसे सका काला चूर्ण प्राप्त होता है।

२मा ओ + ओ = मा$_2$ओ$_3$

मांगनस उदौषिदका अवक्षेप वायुमें ओषदीकृत होकर मांगनिक उदौषिद, मा ओ (ओ उ) बन जाता है। यह उदौषिद ठंडे उदहरिकाम्लमें घुल जाता है और खाकी रंगका घोल मिलता है जिसके गरम करनेसे हरिन् निकलने लगती है। यह उदौषिद तीव्र तप्त नोषिकाम्लमें घुल जाता है और मांगनस नोषेत बनता है तथा मांगनीज द्विओषिद अवक्षेपित हो जाता है:—

मा ओ (ओ उ) + २ उ नो ओ$_3$
= मा (नो ओ$_3$)$_2$ + मा ओ$_2$ + २ उ$_2$ ओ

मांगनीज द्विओषिद—मा ओ$_2$—यह पाइरोलूसाइट खनिजमें पाया जाता है। मांगनस नोषेतको इतना गरम करनेसे कि सब लाल वाष्पें निकल जावें, यह शुद्ध रूप में मिल सकता है—

मा (नोओ$_3$)$_2$ = माओ$_2$ + २ नोओ$_2$

पोशुज परमांगनेतके घोलमें थोड़ासा हलका सैन्धक उदौषिद डाल कर द्राक्ष शर्कराके साथ उबालनेसे भी मांगनीज़ द्विओषिद अवक्षेपित हो सकता है। उदजन परौषिद और परमांगनेत के घोलके संसर्ग से कलार्द्र मांगनीज़ द्विओषिद मिलता है।

मांगनीज़ त्रिओषिद—माओ$_3$—यह बहुत थोड़ी मात्रामें ही बनाया जा सकता है। पांशुजपरमांगनेतको तीव्र गन्धकाम्लमें घोलकर बूंद बूंद करके शुष्क सैन्धक कर्बनेत पर टपकाने से इसकी लाल वाष्पें निकलनी आरम्भ होती हैं जो ठंडी पड़ने पर लाल स्निग्ध पदार्थ देती हैं। यह ओषिद अस्थायी है। इसके लवण मांगनेत कहलाते हैं।

मांगनीज़ सप्तोषिद—मा$_2$ओ$_7$—जब पांशुज-परमांगनेत का चूर्ण बर्फ द्वारा ठंडे किये हुये तीव्र-गन्धकाम्लमें थोड़ा थोड़ा कर के छोड़ा जाता है, तो चटकीला हरा घोल प्राप्त होता है। इस घोलमें मांगनीज़ त्रिओषिद गन्धेत, (माओ$_3$)$_2$ गओ$_4$, रहता है। यह घोल प्रबल विस्फुटक है। इसे बर्फीले पानीसे संचालित करनेपर मांगनीज़ सप्तौषिद तैल की बूँदों के रूप में पृथक् होने लगता है।

२ पां मा ओ$_4$ + २ उ$_2$ गओ$_4$

= (माओ$_3$)$_2$ गओ$_4$ + पां$_2$ ग ओ$_4$ + २ उ$_2$ ओ

(माओ$_3$)$_2$ गओ$_4$ + उ$_2$ ओ

= मा$_2$ ओ$_7$ + उ$_2$ ग ओ$_4$

यह सप्तौषिद अपारदर्शक तैल रूपद्रव है जिसका घनत्व २.४ है गरम करने पर इसमें प्रबल विस्फुटन होने लगता है।

हरिद

रागस हरिद—राह$_2$—५० ग्राम पांशुज द्विरागेत और ५० ग्राम दस्तम्के मिश्रणको एक कांचकी कुप्पी में लो और इसके मुँहमें काग लगाकर एक पेंचदार कीप और वाहकनली भी लगा दो। वाहक नली का दूसरा सिरा पानीमें डुबो दो। कीपमें ३०० घ.श' म. तीव्र उदहरिकाम्ल और २०० घ. श. म जलका मिश्रण रखो, इस अम्ल को बूँद बूँद करके द्विरागेत और दस्तम्के मिश्रण पर टपकाओ। ज़ोरों से प्रक्रिया आरम्भ होगी। पहले तो रागिक हरिद [राह$_3$] का हरा घोल मिलेगा जो बाद को रागस हरिद के नीले घोलमें परिणत हो जावेगा।

पां$_2$ रा$_2$ ओ$_7$ + १४ उह = २ राह$_3$ + २पांह + ७ उ$_2$ ओ + ३ह$_2$

राह$_3$ + उ = राह$_2$ + उह

रागिक हरिद को उदजन के प्रवाहमें गरम करने से अनार्द्र रागस हरिद मिल सकता है।

रागिक हरिद—राह$_3$—रागम् को रक्त तप्त करके, उसके ऊपर हरिन् प्रवाहित करनेसे रागिक हरिद मिलता है। राग एकार्ध ओषिद को कर्बन के साथ मिला कर हरिन्के प्रवाहमें गरम करने से भी यह मिल सकता है।

रा$_2$ओ$_3$ + ३ क + ३ ह$_2$ = २ रा ह$_3$ + ३ क ओ

इसके रवे हरापन लिये हुए श्याम वर्ण के होते हैं अनार्द्र शुद्धरागिक हरिद ठंडे जलमें अनघुल है। पर इसमें यदि थोड़ा सा भी रागसहरिद होगा तो यह शीघ्र घुलकर हरा घोल देगा।

इस हरिदके जलीय घोलमेंसे तीन उदेत पृथक् किये गये हैं—दो हरे और एक बैंजनी, इनको बहुधा निम्न प्रकार सूचित करते हैं—

१ बैंजनी—[रा (ओ उ$_2$)$_6$] ह$_3$

२ हरा—[रा (ओ उ$_2$)$_4$ ह$_2$] ह + २ उ$_2$ ओ

३ हरा—[रा (ओ उ$_2$)$_5$ ह] ह$_2$ + उ$_2$ ओ

रागिक प्लविद, रा प्ल$_3$—यह रागिक हरिद पर उदप्लविकाम्ल प्रवाहित करनेसे मिलता है। इसी प्रकार रागिक अरुणिद, रा रु$_3$, भी बनाया जा सकता है।

मांगनस हरिद—मा ह$_2$ पाईरोलूसाइडको उदहरिकाम्लके साथ गरम करनेसे हरिन् गैस निकलती है और मांगनस हरिद बनता है—

मा ओ$_2$ + ४ उ ह = मा ह$_2$ + २ उ$_2$ ओ + ह$_2$

[पाइरोलूसाइटमें थोड़ा सा लोह ओषिद, लो$_2$-ओ$_3$, भी मिला रहता है जो उदहरिकाम्लके संसर्ग से पीला लोह हरिद देता है। इस लोह हरिदकी विद्यमानतामें मांगनस हरिदका स्फटिकीकरण करना असम्भव हो जाता है अतः इस मांगनस-हरिद और लोह हरिदके मिश्रणके दशवें भागको

सैन्धक कर्बनेत द्वारा उबालते हैं। इस प्रकार लोह उदौषिद और मांगनीज कर्बनेतका अवक्षेप आ आता है। इन अवक्षेपको धोकर शेष $\frac{९}{१०}$ भाग घोल में मिला देते हैं। फिर गरम करनेसे सम्पूर्ण मांगनस हरिद घोलमें रह जाता है और लोह उदौषिद अवक्षेपित हो जाता है।

२ लो ह$_3$ + मा क ओ$_3$ + ३ उ$_2$ ओ
= २ लो (ओ उ)$_3$ + ३ मा उ$_2$ + ३ क ओ$_2$

अवक्षेपको पृथक् कर देते हैं और घोलको गरम करके मांगनस हरिदके रवे प्राप्त कर लेते हैं।]

मांगनस हरिदके रवे गुलाबी रंगके होते हैं और इनमें स्फटिकीकरणके ४ जलाणु होते हैं।

मांगनिक हरिद, मा ह$_3$-जब मांगनीज द्विओषिद को ठंडे तीव्र उदहरिकाम्लमें घोला जाता है तो भूरा घोल मिलता है। इस घोलमें मांगनिक हरिद होता है—

२ मा ओ$_2$ + ८ उ ह = २ मा ह$_3$ + ४ उ$_2$ओ + ह$_2$

पर यह स्थायी है और गरम करने पर मांगनस हरिदमें परिणत हो जाता है यदि मांगनीज द्विओषिदको कर्बन चतुर्हरिदमें छितराकर शुष्क उदहरिकाम्ल प्रवाहित किया जाय तो एक ठोस पदार्थ मिलता है जिसमें मांगनिक हरिद भी होता है। इसको शुष्क ज्वलक द्वारा धोनेसे बैंजनी रंग का मांगनिक हरिदका घोल मिलता है।

मांगनिक त्रिप्लविद, मा प्ल$_3$, द्विओषिदको उदप्लविकाम्लमें घोलनेसे मिल सकता है।

गन्धेत

रागस गन्धेत—रा ग ओ$_4$-७ उ$_2$ ओ—यह ऊपर कहा जा चुका है कि दस्तम्, पांशुज द्विरागेत तथा उदहरिकाम्लके संसर्गसे रागस हरिदका नीला घोल मिलता है। इस घोलमें सैन्धकसिरकेत का संपृक्त घोल डालनेसे रागस सिरकेत, रा (क उ$_3$-क ओ$_2$)$_2$ का लाल अवक्षेप प्राप्त होता है यह सिरकेत अन्य रागस लवणों की अपेक्षा अधिक स्थायी है। इस सिरकेतको हलके गन्धकाम्लमें घोलनेसे रागस गन्धेत बनता है। इसे लोहस गन्धेतके समान समझना चाहिये।

रागिक गन्धेत, रा$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$—शुष्क रागिक उदौषिद और तीव्र गन्धकाम्लकी सम मात्रा मिलाकर कई सप्ताह तक रख छोड़ने पर रागिक गन्धेतके बैंजनी रवे मिलते हैं। पर यदि इसके घोलको थोड़े मद्य द्वारा अवक्षेपित किया जाय तो रा$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ १८ उ$_2$ ओ, के बैंजनी अष्टतलीय रवे मिलेंगे। अधिक मद्य द्वारा अवक्षेपित करनेसे अनार्द्र रागिक गन्धेत मिलेगा।

रागिक गन्धेत क्षार तत्वोंके गन्धेतोंके साथ संयुक्त होकर जो लवण देता है उन्हें राग फिटकरी (chrome alum) कहते हैं। साधारण पां शुजराग फिटकरी—पां$_2$ गओ$_4$, रा$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$, २४ उ$_2$ ओ सूत्र द्वारा प्रदर्शितकी जाती है। पां शुज द्विरागेत और हलके गन्धकाम्लके घोलका अवकरण करनेसे यह बन सकती है। १० ग्राम पां शुज द्विरागेत को ७५ घ. श. म. जलमें घोलो। घोलको ठंडा करके सावधानीसे २ घ. श. म. तीव्र गन्धकाम्ल डाल दो। बर्फीले पानी द्वारा ठंडा करके मिश्रणमें गन्धक द्विओषिद वायव्य प्रवाहित करो जब तक कि इसका लाल रंग नील-हरित रंगमें परिणत न हो जावे। कुछ समय पश्चात् इस घोलमेंसे फिटकरीके पीले रवे पृथक् होने लगेंगे।

मांगनस गन्धेत—मा ग ओ$_4$—पाइरोलुसाइटको तीव्र गन्धकाम्लके साथ गरम करनेसे मांगनस गन्धेत मिलता है—

२ मा ओ$_2$ + २ उ$_2$ ग ओ$_4$ = २ माग ओ$_4$ +
२ उ$_2$ ओ + ओ$_2$

साथही साथ लोहिक गन्धेत भी बनता है। मांगनस गन्धेत और लोहिक गन्धेतके मिश्रणको रक्त तप्त करनेसे लोहिक गन्धेत अनघुल लोहिक ओषिदमें परिणत हो जाता है—

लो$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$=लो$_2$ ओ$_3$ + ३ ग ओ$_3$

मांगनस गन्धेतमें कोई परिवर्तन नहीं होता है। इसे फिर घोल लेते हैं और घोलको वाष्पीभूत करनेसे मांगनस गन्धेतके गुलाबी रवे पृथक् होने लगते हैं। इसके रवोंमें स्फटिकीकरण के ५ जलाणु और कभी ७ और कभी १ जलाणु होते हैं।

मांगनिक गन्धेत, मा$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$—ताजे अवक्षेपित मांगनीज द्विओषिद्को तीव्र गन्धक द्वारा १३८° तक गरम करनेसे यह बन सकता है। यह जलमें बैंजनी रंगका घोल देता है। यह भी रागफिटकरीके समान फिटकरी, पां$_2$ गओ$_4$ मा$_2$ (गओ$_4$)$_3$, २४ उ$_2$ ओ, देता है।

अन्य लवण

रागनेषेत, रा (नो ओ$_3$)$_2$ ६ उ$_2$ओ—यह रागिक उदौषिद् और नोषिकाम्लके संसर्ग से बनता है।

राग स्फुरेत—रा स्फु ओ$_4$—राग लवणों को सैन्धक उदजन स्फुरेत द्वारा अवक्षेपित करनेसे यह बनता है।

राग गन्धिद, रा$_2$ ग$_3$—रागम् और गन्धकके मिश्रण को गरम करनेसे बनता है। रागिक हरिद के घोलमें उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे भी मिल सकता है।

रागील हरिद, रा ओ$_2$ ह$_2$—इसे सुनागील हरिद सुओ$_2$ ह$_2$; पिनाकील हरिद, पिओ$_2$ ह$_2$ आदि के समान समझना चाहिये। सैन्धक हरिद और पांशुज द्विरागेतके मिश्रणको भभके में स्रवित करने से घोर लाल रंगकी वाष्पें उठती हैं जो ठंडी होकर अरुणिन्के समान काला द्रव देती हैं। यह द्रव रागील हरिद है। रागत्रिओषिद और उदहरिकाम्ल के मिश्रणमें धीरे धीरे तीव्र गन्धकाम्ल डालनेसे भी रागील हरिद बनता है—

रा ओ$_3$ +२ उ ह=रा ओ$_2$ ह$_2$ +उ$_2$ ओ

मांगनस कर्बनेत—मा क ओ$_3$—मांगनस लवणके घोलमें सैन्धक कर्बनेतका घोल डालने से पीलाभूरा अवक्षेप आता है। यह कर्बन द्विओषिद्मिश्रित-जलमें घुलनशील है क्योंकि इसका अर्धकर्बनेत बन जाता है।

मांगनस गन्धिद—माग—मांगनस कर्बनेतको गन्धकके साथ गरम करनेसे यह बनता है। मांगनस लवणके घोलमें अमोनिया डालकर उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे मांसके रंगका अवक्षेप मिलता है। मांगनस गन्धिद हलके अम्लोंमें यहां तक कि सिरकाम्लमें भी घुलनशील है। इस प्रकार विश्लेषणात्मक प्रक्रियामें यह दस्तगन्धिद्से पृथक् किया जा सकता है जो सिरकाम्लमें अनघुल है।

मांगनस अमोनियम स्फुरेत—मा नो उ$_4$ स्फुओ$_4$ उ$_2$ओ—मांगनस लवणमें अमोनियम हरिद् अमोनिया और सैन्धक स्फुरेत डालनेसे इसका लाली लिये हुए श्वेत अवक्षेप मिलता है। इसको भस्म करनेपर मांगनस उष्म स्फुरेत मा$_2$ स्फु$_2$ ओ$_7$ मिलता है।

मांगनस कर्बिद—मा$_3$क—मांगनीज द्विओषिद को विद्युत् भट्टीमें कर्बनके साथ गरम करनेसे यह मिलता है।

रागेत और मांगनेत

रागेत—जिस प्रकार गन्धक त्रिओषिद का जलीय घोल गन्धकाम्ल कहलाता है उसी प्रकार राग त्रिओषिद्का घोल रागिकाम्ल कहलाता है। रागिकाम्लके लवण रागेत कहलाते हैं। इन्हें गन्धेतों के समान समझना चाहिये।

पांशुज द्विरागेतको तीव्र गन्धकाम्लमें घोलनेसे रागिकाम्लका लाल घोल मिलता है। इस रागिकाम्लको दाहक पांशुजक्षार द्वारा शिथिल करनेसे पांशुज रागेत, पां$_2$ गओ$_4$ के पीले रवे मिलेंगे। द्विरागेतके घोलको पांशुज कर्बनेत के साथ प्रभावित करके भी पांशुज रागेत बनाया जा सकता

है। यह जलमें बहुत घुलनशील है (१०० भाग जल में ६५.१३ भाग ३०°श पर)।

सैन्धकरागेत, सै$_2$ रा ओ$_4$, १० उ$_2$ ओ, पसीजने लगता है। अमोनियम रागेत अस्थायी है।

रजत रागेत—र$_2$ रा ओ$_4$—लाल रंगका होता है। यह जलमें अनुघुल है। पर अम्लों और अमोनियामें घुलनशील है। रजत नोषेतके घोलमें पांशुज रागेतका घोल डालनेसे यह अवक्षेपित हो जाता है। भार रागेत, भ गओ$_4$ पीला होता है। यह जल और सिरकाम्ल में अनघुल है पर खनिजाम्लोंमें घुलनशील है। सीस रागेत, सी राओ$_4$, सीस नाषेतके घोल की पांशुज द्विरागेत के घोल द्वारा अवक्षेपित करनेसे मिलता है। यह नोषिकाम्ल और सैन्धक क्षारमें घुलनशील है। भस्मिक सीस रागेतका उपयोग पीली वार्निश और रंग बनानेमें किया जाता है।

मांगनेत—यदि मांगनीज द्विओषिद को अधिक वायुमें दाहक क्षारोंके साथ गलाया जाय तो हरे लवण मिलते हैं जो मांगनेत कहलाते हैं जैसे पां$_2$ मा ओ$_4$। यदि पांशुज नोषेत या हरेत भी मिश्रणमें मिला दिया जाय तो प्रक्रिया और भी अधिक तीव्रतासे होगी।

४ पां ओउ + २ मा ओ$_2$ + ओ$_2$
= २ पां$_2$ मा ओ$_4$ + २ उ$_2$ओ

मांगनेतके घोलमें हरिन् प्रवाहित करनेसे परमांगनेत बनता है :—

२पां$_2$ मा ओ$_4$ + ह$_2$ = २ पां मा ओ$_4$ + २ पां ह

द्विरागेत और परमांगनेत

पांशुज द्विरागेत—पां$_2$ रा$_2$ ओ$_7$, क्रोमाइट खनिजको सैन्धक कर्बनेतके साथ गलाकर जो पीला पदार्थ मिलता है उसे पानी द्वारा संचालित करते हैं। खनिजके लोहम् का उदौषिद बन जाता है, जो अनघुल है। इसे पृथक् छान कर छने हुए द्रवको वाष्पी भूत करते हैं तो पांशुजरागेत के पीले रवे मिलते हैं। इसके घोलमें गन्धकाम्ल की उपयुक्त मात्रा डालनेसे पांशुजद्विरागेत अवक्षेपित हो जाता है। पांशुरागेतकी अपेक्षा द्विरागेत जलमें कम घुलनशील है (१०० भाग जलमें ३०° श पर १८.०६ भाग)

पांशुजद्विरागेतका अम्लीय घोल पांशुजनैलिद में से नैलिन् मुक्त कर सकता है—

पां$_2$ रा$_2$ ओ$_7$ + ७ उ$_2$ ग ओ$_4$ + ६ पां नै
= रा$_2$ (गओ$_4$)$_3$ + ४ पां$_2$ ग ओ४ +
७उ$_2$ओ + ३ नै$_2$

आयतनमापक प्रयोगोंमें यह लोहस अवस्था के लोहम्का परिमाण निकालनेमें उपयुक्त होता है। यह स्वयं रागिक लवणोंमें परिवर्तित हो जाता है और लोहस लवणोंका ओषदीकरण हो जाता है—

पां$_2$ रा$_2$ ओ$_7$ + ४उ$_2$ ग ओ$_4$
= पां$_2$ ग ओ$_4$ + रा$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ +
४उ$_2$ ओ + ३ ओ

इस समीकरणसे स्पष्ट है कि अम्लीय घोलमें पांशुजद्विरागेत का एक अणु ३ ओषजन परमाणु दे सकता है। यह ओषजन लोहस गन्धेतको लोहिक गन्धेतमें परिणत कर देता है—

४ लो ग ओ$_4$ + २उ$_2$ ग ओ$_4$ + ओ$_2$
= २ लो$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ + २उ$_2$ ओ

लोहिक लवण पांशुज लोहो श्यमिदके साथ नीलारंग देते हैं। अतः लोहस घोल में तबतक द्विरागेतका घोल डालते जाना चाहिये जब तक कि घोल पांशुज लोहो श्यामिदके घोलसे नीलारंग न देने लगे।

परमांगनिकाम्ल, उ मा ओ$_4$—मांगनस गन्धेत और सीस द्विओषिद, सी ओ$_2$, के मिश्रणको नोषिकाम्लके साथ उबालनेसे परमांगनिकाम्लका घोल प्राप्त होता है। यह पांशुज पर मांगनेतसे भी बनाया

जा सकता है। रजत नोषेत और पांशुज-पर-मांगनेतके संसर्गसे रजत-पर-मांगनेत, र मा ओ$_4$, बनाते हैं। इसमें भारहरिद्का घोल डालनेसे भार पर मांगनेत, भ (मा ओ$_4$)$_2$ बन जाता है। भार परमांगनेतमें हलके गन्धकाम्लकी उपयुक्त मात्रा डालनेसे लाल रंगका परमांगनिकाम्ल मिलता है। यह अस्थायी अम्ल है।

पांशुज परमांगनेत – मांगनीज़ द्विओषिद्को दाहक पांशुज क्षार तथा पांशुज नोषेत या हरेतके साथ गलानेसे पांशुज मांगनेत बनता है। इसके छने हुए घोलमें कर्बन-द्विओषिद प्रवाहित करनेसे परमांगनेतका लाल घोल मिलता है। इसे फिर एस्बेस्टसमें होकर छानते हैं, और फिर वाष्पीभूत करके रवे प्राप्त करलेते हैं।

३ पां$_2$ मा ओ$_4$ + २ उ$_2$ ओ + ४ कओ$_2$

=२ पां मा ओ$_4$ + मा ओ$_2$ + ४ पांउ कओ$_3$

कुएँमें जो लाल दवा छोड़ी जाती है वह यही है। इसमें पांशुजद्विरागेत के समान प्रबल ओषद्कारक गुण हैं। रक्त तप्त करनेसे इसमें से ओषजन निकलने लगता है। कोयले या गन्धकके साथ जलानेसे यह जोरोंसे जलने लगता है। इसकी दो प्रकारकी ओषद कारक प्रक्रियायें होती हैं (१) क्षारीय घोल में, तथा (२) अम्लीय घोल में।

क्षारीय घोलमें – अवकारक पदार्थों द्वारा पहले परमांगनेत हरे मांगनेतमें परिणत होता है और फिर मांगनीज द्विओषिद अवक्षेपित होकर नीरंग घोल मिलता है।

२ पां माओ$_4$ + २ पां ओउ + उ$_2$ ओ

= २ माओ$_2$ + ४ पां ओउ + ३ ओ

इस प्रकार क्षारीय घोलमें पांशुज पर मांगनेतके दो अणुओंसे ओषजनके तीन परमाणु मुक्त होते हैं। पांशुज पर मांगनेतसे पांशुज नैलिद ओषदीकृत हो कर पांशुज नैलेत देता है।

२ पां मा ओ$_4$ + उ$_2$ओ + पांनै

=पांनै ओ$_3$ + २मा ओ$_2$ + पां ओ उ

अम्लीय घोल में—अम्लीय घोल में अवकरण द्वारा परमांगनेतसे मांगनस लवण बनता है। २ अणु पांशुज परमांगनेतसे ओषजनके ५ परमाणु मुक्त होते हैं।

२ पां मा ओ$_4$ + ३ उ$_2$ ग ओ$_4$

=पां$_2$ गओ$_4$ + २ मा गओ$_4$

+ ३ उ$_2$ओ + ५ ओ

अम्लीय घोलमें पांशुज पर मांगनेत पांशुज नैलिदमें से नैलिन् मुक्त कर देता है—

२ पां माओ$_4$ + १० पां नै + ८उ$_2$ गओ$_4$

=६ पां$_2$ गओ$_4$ + २ मा गओ$_4$

+ ५ नै$_2$ + ८ उ$_2$ ओ

काष्ठिकाम्लमें गन्धकाम्ल डालकर परमांगनेतसे आयतन-मापन करने पर काष्ठिकाम्ल कर्बन द्विओषिदमें परिणत हो जाता है—

२ पां मा ओ$_4$ + ५ क$_2$ उ$_2$ओ$_4$ + ३ उ$_2$गओ$_4$

=पां$_2$ गओ$_4$ + २ मा गओ$_4$ + १० कओ$_2$

+ ८ उ$_2$ ओ

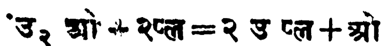
इसी प्रकार लोहस लवण लोहिक लवणोंमें परिणत हो जाते हैं तथा नोषित नोषेतोंमें परिवर्तित हो जाते हैं।

प्लविन् (Fluorine)

सप्तम समूहके लवण जन यौगिकोंका वर्णन अधातु तत्त्वोंका वर्णन करते समय दिया जा चुका है। वहां केवल हरिन्, अरुणिन् और नैलिन् का ही वर्णन दिया गया था और भूलसे प्लविन्का उल्लेख छूट गया था। उसका कुछ वर्णन यहाँ दिया जावेगा। इसके लवण मुख्यतः हरिदोंसे मिलते जुलते हैं। प्लविन् अत्यन्त प्रबल तत्त्व है और यह उदजनके संसर्गसे अंधेरेमें ही जल उठता है और उदप्लविकाम्ल बन जाता है। यह अम्ल भी बड़ा तीव्र है। कांचके बर्तनों पर भी इसका प्रभाव पड़ता है। अतः इसे कांचकी बोतलमें भी नहीं रख सकते हैं। इस अम्लका विद्युत् विश्लेषण करना कठिन हो जाता है।

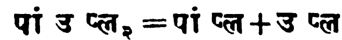
मोयसाँ ने प्लविन्को तत्वरूपमें सर्व प्रथम प्राप्त किया। यद्यपि अनार्द्र उद्प्लविकाम्ल विद्युत्का चालक नहीं है पर यदि इसमें पांशुज उद्जन प्लविद, पां उ प्ल$_2$, घोल दिया जाय तो यह अच्छा चालक हो जाता है। यदि परौप्यम् और इन्द्रम् धातु-संकरकी बनी हुई चूल्हाकार नलीमें परौप्य-इन्द्रम्के बिजलोद लगाकर विद्युत धारा प्रवाहित कर पांशुज उद्जन प्लविदके घोलका विश्लेषण किया जाय तो ऋणोदपर उद्जन निकलने लगेगा और धनोद पर प्लविन गैस निकलेगी। मोयसाँने चूल्हाकार नलीको दारील हरिद (क्वथ०-२३°) से भरे हुए बर्तनमें ठंडा करके रखा था और ५० वोल्ट अवस्थाभेद की धारा प्रवाहित की थी। परौप्यम्के बर्तनमें भी पांशुज उद्जन प्लविद और उद्प्लविकाम्लके घोलका उद्विश्लेषण किया जा सकता है। ताम्रके ऊपर ताम्रप्लविदकी एक तह जम जाती है जो फिर अन्दरके ताम्रको उद्प्लविकाम्लके प्रभावसे बचाये रखती है।

प्लविन्के गुण—यह हरिद-पीत रंगकी गैस है जो आरम्भमें तो कांचको थोड़ा सा खरोदती है पर बादको उसी कांच पर फिर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है अतः यह कांचके बर्तनोंमें रखी जा सकती है। इसमें उपहरसाम्लके समान तीव्र गन्ध होती है। यह द्रववायु द्वारा द्रवीभूत हो सकती है। पीले द्रवका क्वथनांक १८७° श है। द्रव उद्जनमें ठंडा करके डेवार ने इसे ठोस भी कर लिया था। ठोस प्लविन्का द्रवांक—२३३° है। यह नम वायुमें धुँआ देने लगती है और उद्प्लविकाम्ल बन जाता है—

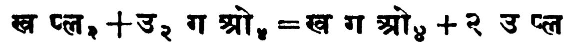

उ$_2$ ओ + २ प्ल = २ उ प्ल + ओ

जितने भी तत्व अब तक पाये गये हैं, उनमें प्लविन् सबसे अधिक शक्तिवान् है। यह अरुणिन् और नैलिन्से संयुक्त होकर क्रमशः रु प्ल$_3$, और नै प्ल$_5$ देती है। उद्जनसे यह २५२° पर ही संयुक्त हो जाती है। गन्धक, शशिम्, थलम्, कर्बन, टंकम्, पांशुजम् आदि अनेक तत्व इससे अतिशीघ्र संयुक्त हो जाते हैं। सीसम् और लोहेपर इसका शीघ्र प्रभाव पड़ता है। मगनीसम्, मांगनीज़, नकलम्, स्फटम् और रजतम् धातुएँ थोड़ा सा गरम करनेपर इससे संयुक्त हो जाती हैं। स्वर्णम् और परौप्यम् पर साधारण तापक्रम पर प्रभाव नहीं पड़ता है पर गरम करने पर वे भी इसके साथ प्लविद देते हैं। इसका परमाणुभार १८.६ है।

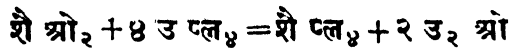
उद्प्लविकाम्ल—उ$_2$ प्ल$_2$ या उ प्ल-उद्जन और प्लविन्के संसर्गसे यह बनता है। पांशुज उद्जन प्लविदको गरम करनेसे भी यह बन सकता है।


पां उ प्ल$_2$ = पां प्ल + उ प्ल

फ्लोरस्पार अर्थात् खटिक प्लविदको सीसम्के भभकेमें ९० % गन्धकाम्लके साथ गरम करनेसे उद्प्लविकाम्लकी वाष्पें निकलती हैं जिन्हें सीसेके बर्तनमें पानी लेकर घुला लेना चाहिये। इस प्रकार उद्प्लविकाम्लका घोल प्राप्त हो जाता है।


ख प्ल$_2$ + उ$_2$ ग ओ$_4$ = ख ग ओ$_4$ + २ उ प्ल

इस अम्लको कांचकी बोतलमें नहीं रखते हैं। मोम या गटापार्चाकी बोतलोंमें इसे रखा जाता है। कांचमें सैन्धकम्, खटिकम् आदिके शैलेत होते हैं। ये शैलेत उद्प्लविकाम्लके संसर्गसे शैल प्लविद बन जाते हैं।


शै ओ$_2$ + ४ उ प्ल$_4$ = शै प्ल$_4$ + २ उ$_2$ ओ

इस प्रकार कांचकी चीज़ों पर अक्षर लिखने या निशान करानेके लिये इसका उपयोग किया जाता है। कांचके ऊपर पहले मोम लगा देते हैं और सुईसे जो अक्षर लिखना हो, मोम पर खरोद देते हैं। तत्पश्चात् इस खरोदे हुए स्थान पर उद्प्लविकाम्ल लगाते हैं। यह अम्ल कांचको खरोद देता है और जहां जहां मोम लगा रहेगा वहाँ इसका कोई प्रभाव न होगा।

उद्प्लविकाम्लका बहुधा ४० % घोल मिलता है। अनार्द्र अम्ल नीरंग धुंआदार द्रव है जिसका क्वथनांक १६.४° और घनत्व ०.९८८ है। —१०२° तक ठंडा करके यह ठोस किया जा सकता है। इस अम्लके लवण प्लविद कहलाते हैं।

छब्बीसवाँ अध्याय

लोहम्, कोबल्टम् और नकलम्

[Iron, Cobalt and Nickel.]



आवर्त्त संविभागका अष्टम समूह परिवर्त्तन-समूह या संयोजक समूह कहा जा सकता है। इस समूहके प्रथम और द्वितीय लघु खंडोंमें कोई तत्त्व नहीं है पर प्रथम और द्वितीय एवं चतुर्थ दीर्घ खंडोंकी समश्रेणियोंमें तीन तीन तत्व हैं। ये तत्त्व एक ओर तो उसी श्रेणीके छठे और सातवें समूहके तत्वोंसे मिलते जुलते हैं और दूसरी ओर आगेके विषम श्रेणीवाले प्रथम और द्वितीय समूहके तत्त्वोंसे भी कुछ कुछ समानता रखते हैं। इस प्रकार ये समश्रेणी और विषम श्रेणीके तत्वोंके संयोजक हैं। नीचेकी सारिणीमें यह सम्बन्ध दिखलाया गया है।

सम श्रेणी ६	७	संयोजक समूह ८			विषम श्रेणी १	२
रा	मा	लो	को	न	ता	द
सु	मै ?	थे	रु	पै	र	सं
—	—	—	—	—	—	—
वु	रै ?	वा	इ	प	स्व	पा

इस स्थान पर हम संयोजक समूहके केवल तीन तत्वोंका उल्लेख करेंगे। ये तत्व लोहम्, कोबल्टम् और नकलम् हैं। नीचेकी सारिणीमें इनके भौतिक गुण दिये गये हैं।

तत्त्व	संकेत		परमाणुभार	द्रवांक	क्वथनांक	घनत्व	आपेक्षिक ताप
लोहम्	लो	Fe	५५·८४	१५०५	२४५०	७·८६	०·११६
कोबल्टम्	को	Co	५८·६७	१४६४	—	८·६	०·१०३
नकलम्	न	Ni	५८·६८	१४५२	२३३० ?	८·६	०·१०८

यह बात ध्यानमें रखने योग्य है कि यद्यपि परमाणुभार की वृद्धिके हिसाबसे लोहम्के बाद नकलम्, और नकलम्के बाद कोबल्टम् होना चाहिये, पर ऐसा नहीं किया गया है। बात यह है कि नकलम्की अपेक्षा कोबल्टम्के गुण लोहम्से अधिक मिलते जुलते हैं। यौगिकोंका वर्णन करते समय यह समानता भली प्रकार समझाई जा सकती है। इस प्रकार नकलम्की स्थिति आवर्त-संविभागमें अपवादजनक है। इसी प्रकारकी अपवाद पूर्ण स्थिति थलम् तत्वके विषयमें भी थी। थलम्का परमाणुभार (१२७·५) नैलिन्के परमाणु-भार (१२६·६२) से अधिक है। तिसपर भी नैलिन्-षष्ठ समूहमें और थलम्को सप्तम समूहमें नहीं रखा गया है क्योंकि थलम्के गुण छठे समूहके गन्धक और शशिम्से अधिक मिलते जुलते हैं तथा नैलिन्के गुण हरिन् और अरुणिन्से मिलते हैं।

इस समूहके तत्वोंकी उच्चतम संयोग शक्ति ८ है, अतः इनके अनेक प्रकारके यौगिक संभव हैं। व्यापारिक दृष्टिसे लोहा जितने महत्व का है उतना कोई और धातु तत्व नहीं है।

मुख्य खनिज

लोहम्—लोहम्के खनिज पृथ्वी पर बहुत अधिक मात्रामें पाये जाते हैं। उल्कापातोंमें भी लोहम् विद्यमान रहता है। इसके मुख्य खनिज ओषिद, गन्धिद और कर्बनेत हैं। जैसे:—

१. मैग्नेटाइट या चुम्बकाइट—लोहोसो लोहिक ओषिद, लो_3 ओ_4। इसमें कुछ चुम्बकी गुण होते हैं और यह लैपलेण्ड, साइबेरिया, जर्मनी, स्वेडेन और उत्तरी अमरीकामें पाया जाता है।

२. हेमेटाइट – लोह-एकार्ध ओषिद-लो_2 ओ_3

[illegible]मोनाइट—उदित लोह-एकार्ध ओषिद-२लो_2 ओ_3, ३ उ_2 ओ।

४. सिडेराइट— लोहस कर्बनेत, लो क ओ_3

५. लोह पाइराइट—लोह गन्धिद, लो ग_2।

कोबल्टम्—इसके खनिजोंमें बहुधा लोहम् संक्षीणम् और गन्धक मिला रहता है। मुख्य खनिज ये हैं:—

१. स्पाइस कोबल्ट या स्मलटाइट-(लो, न, को) क्ष_2।

२. कोबल्ट ग्लांस, या कोबल्टाइट-(को लो) ग क्ष

३. कोबल्टब्लुम—को_3 $(\text{क्ष ओ}_4)_2$ ८ उ_2 ओ।

नकलम्—स्मलटाइट खनिज, (लो न, को)-क्ष_2 में यह कोबल्टम्के साथ साथ पाया जाता है इसके अतिरिक्त निम्न खनिज हैं :—

१. श्वेत नकल खनिज—न क्ष_2।

२. नकल-ग्लांस—न क्ष ग।

३. कुप्फर निकल—न क्ष।

४. गार्निराइट—नकल मगनीस शैलेत—२ $(\text{न, म})_5$ शै_4 ओ_{13}, ३ उ_2 ओ।

धातु उपलब्धि

लोहा

साधारणत: व्यापारमें जिस लोहेका व्यवहार किया जाता है वह पूर्णतः शुद्ध नहीं होता है। उसमें कर्बन, स्फुर, शैलम्, गन्धक, मांगनीज़ आदि की अशुद्धियां विद्यमान रहती हैं। इन अशुद्धियोंकी मात्राके ऊपर ही लोहेके मुख्य गुण हैं। व्यापारिक लोहा तीन प्रकार का होता है:—

(१) ढलवां लोहा, (cast iron)—इसमें १·५ से ४·५ $^{\circ}/_{\circ}$ तक कर्बनकी मात्रा होती है। यह आसानी से गलाया जासकता है पर यह घनवर्धनीय नहीं है और पीटे जाने पर चूर चूर हो जाता है।

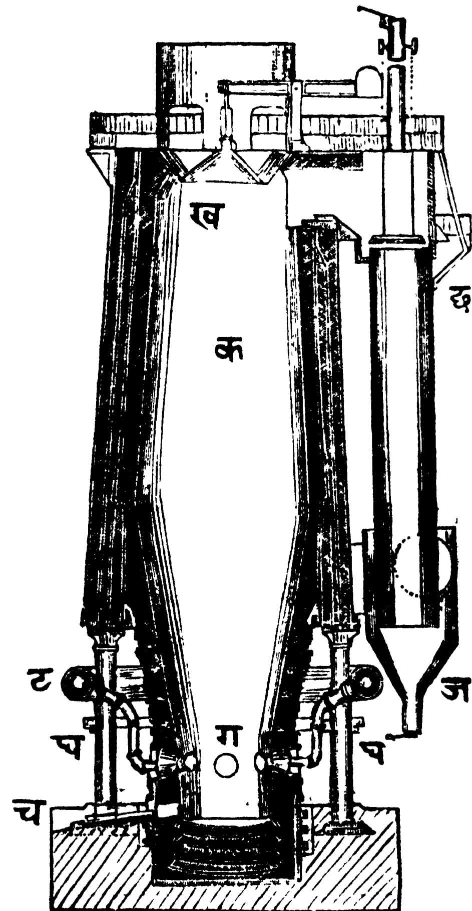
(२) पिटवां लोहा (wrought iron)—इसमें ढलवां लोहेकी अपेक्षा कर्बनकी मात्रा कम रहती है। यह जल्दी नहीं गलाया जा सकता है, पर यह घनवर्धनीय है और ठोंक पीट कर यथेच्छ स्वरूपमें परिणत किया जा सकता है। बिना पिघलाये ही यह लपसीके रूपमें तैयार होता है।

(३) इस्पात (steel)—इसमें भी ढलवां लोहेकी अपेक्षा कम कर्बन होता है और यह भी जल्दी नहीं गलता है। कर्बन और लोहेके उस घनवर्धनीय धातु संकरको इस्पात कहते हैं जो किसी न किसी समय अवश्य पिघला लिया गया हो। इसमें यह अति उपयोगी गुण है कि यह शीघ्र ही कठोर किया जा सकता है। अन्य लोहोंमें चुम्बकत्व स्थायी नहीं रह सकता है पर इस्पातमें चुम्बकत्व स्थायी बना रहता है।

इन तीनों प्रकारके लोहोंके बनानेकी अनेक विधियां प्रसिद्ध हैं। हम केवल कुछ मुख्य विधियों का ही उल्लेख करेंगे।

ढलवां लोहा—इसके बनानेके लिये मैगनेटाइट या हेमेटाइट ओषिद-खनिजोंका उपयोग किया जाता है। किसी भी प्रकारका लोहा क्यों न बनाना हो, खनिजको पहले भूँजा जाता है जिससे उसका जल और कर्बनद्विओषिद निकल जावें और पदार्थ अधिक रन्ध्रमय हो जाय, जिससे आगे की अवकरण प्रक्रिया सरल हो जाय। भूंजनेसे खनिजकी गन्धक आदिकी अशुद्धियां उड़नशील ओषिद बनकर निकल जायंगी। यह काम भट्टियोंमें किया जाता है।

भूँजनेके उपरान्त खनिजको प्रवाह भट्टी में गरम किया जाता है जहाँ इसका अवकरण होता है। यहाँ खनिजमें कर्बन और चूना या चूने का पत्थर भी खनिजके साथ मिला देते हैं। कर्बनके कारण लोहओषिदका अवकरण होता है और चूनेकी सहायतासे शैलम् अशुद्धियां खटिक शैलेतमें परिणत हो जाती हैं जो आसानीसे गलाया जा सकता है। इसे गलित (slag) कहते हैं।



प्रवाह भट्टी

तथा सिरा ६-१२ इंच व्यासका होता है। इसकी पेंदीमें दो छेद होते हैं, एकमें होकर तो चमड़ेकी बनी धोकनियोंसे हवाका प्रवाह अन्दर फूंकते हैं। दूसरे छेदमेंसे गलित शैलेत बाहर निकालते हैं और इसी छेदमेंसे लोहा भी बाहर निकाला जाता है। जब भट्ठी गरम हो जाती है तो खनिज और कोयलेकी तह बारी बारीसे जमा देते हैं और फिर खूब गरम करते हैं। इस प्रकार लोहा बन जाता है जिसे बाहर निकाल लेते हैं।

यह कहा जा चुका है कि ढलवां लोहेमें कर्बन की अधिक मात्रा होती है और इसमें स्फुर, शैलम् तथा गन्धक भी होता है। यदि इसमें कर्बनकी मात्रा कम कर दी जाय तो यह पिटवां लोहा बन जावेगा। इस कामके लिये ढलवां लोहेको गलाते हैं, और गले हुए पदार्थको लोहओषिदकी तहपर बिछा देते हैं। फिर इसे लेपण भट्ठी में गरम करते हैं। यहां लोहेके कर्बनमें और लोह-ओषिदमें निम्न प्रकार प्रक्रिया होती है:—

लो$_2$ ओ$_3$ + ३ क = २ लो + ३ क ओ

इस प्रकार कर्बनकी मात्रा कम हो जाती है और पिटवां लोहा मिल जाता है।

इस्पातका व्यवसाय—इस्पात बनानेकी कई विधियाँ हैं। इन विधियोंका मुख्य सिद्धान्त यह है कि इसमें कर्बनकी मात्रा पिटवां लोहेकी अपेक्षा कुछ अधिक होती है पर ढलवां लोहेसे कम, निम्न रीतियोंको उपयोगसे इस उद्देश्यकी पूर्ति हो सकती है:—

(क) खनिजसे एकदम इस्पात बनाना।

(ख) पिटवां (घनवर्धनीय) लोहेसे इस्पात बनाना।

(१) केवल गलाकर।

(२) कर्बन मिलाकर फिर गलाना।

(३) गलानेके साथ साथ अधिक कर्बन युक्त—धातुको (जैसे ढलवां लोहा) मिलाकर।

(ग) ढलवां लोहेसे इस्पात बनाना।

(१) कर्बन अलग करके

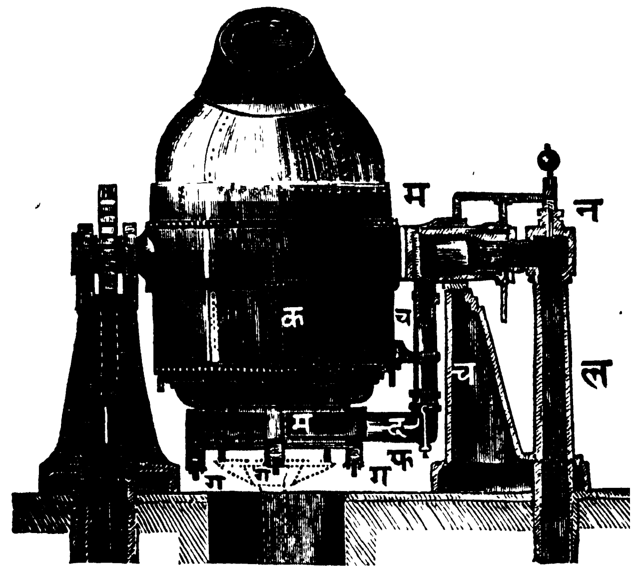
(२) कम कर्बन-युक्त धातु जैसे पिटवां लोहा मिलाकर।

इस कामके लिये जिन उपचारोंका उपयोग किया जाता है उनमेंसे केवल दोका उल्लेख किया जावेगा।

(१) बेसीमर विधि।

(२) सीमन्स-मार्टिन विधि।

बेसीमर विधि—सं० १९१३ वि० में बेसीमर ने इस विधिका आविष्कार किया था। इस विधिमें ढलवां लोहेके कर्बन, शैलम् और मांगनीज़को पिघले हुये धातुमे वायु-प्रवाह करके दूरकर देते हैं। इस ओषदीकरणमें इतना ताप उत्पन्न होता है कि एक बार पिघला ली गई धातुको फिर आंच देनेकी आवश्यकता नहीं होती है। कुछ समयके पश्चात् ढलवां लोहा इस्पातमें परिणत हो जाता है।



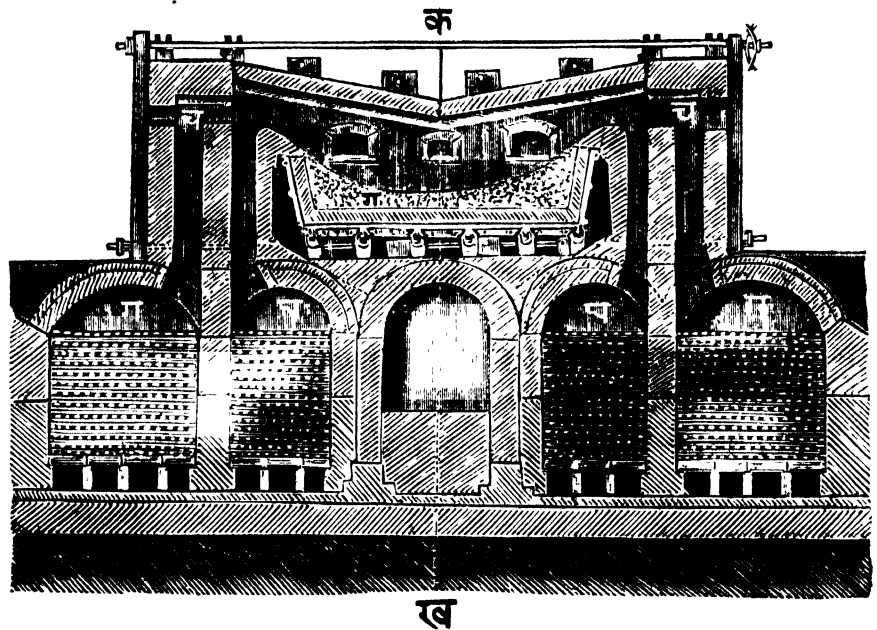
परिवर्तक

इस क्रियाके लिये घनवर्धनीय (पिटवां) लोहे का एक अण्डाकार बर्तन बनाया जाता है। यह

चित्रमें क से प्रदर्शित किया गया है। इस अण्डेकी पेंदी म में इस प्रकारका प्रबन्ध रहता है कि जब चाहें, एक पेंदी निकाल कर दूसरी पेंदी आसानीसे जोड़ सकते हैं। इस पेंदीसे वायु प्रवाहके लिये ल-न-द नल लगा रहता है। पिटवां लोहेके बने हुए इस बर्तनके चारों ओरकी तरफ़ न गलने वाले बालूके पत्थरके चूर्णको पानीके साथ मिलाकर लेप देते हैं। बर्तनका नाम 'परिवर्त्तक' (Converter) है क्योंकि यह ढलवां लोहेको इस्पातमें परिणत कर देता है।

ढलवां लोहेको स्फुर और गन्धकसे रहित करके गलाते हैं और गले हुए द्रवको इस परिवर्त्तकमें उण्डेल देते हैं। फिर ल-न-द नलोंसे जोरोंसे वायु प्रवाहित की जाती है। लोहेका कर्बन कर्बन-एकौषिदमें परिणत हो जाता है जो मुँहपर आकर जलने लगती है, ऐसा करनेके बाद इसमें थोड़ा सा 'स्पीगल' लोहा, छोड़ दिया जाता है। यह एक प्रकारका श्वेत ढलवां लोहा होता है और इसमें मांगनीज़ की अधिक मात्रा रहती है। इसकी उपयुक्त मात्रा डालकर, इतना कर्बन द्रव लोहेमें मिला दिया जाता है जितना कि इस्पात बनानेके लिये आवश्यक है। बस द्रव इस्पात बन जाता है जिसे परिवर्त्तकमेंसे बाहर निकाल लेते हैं और यथेच्छ सांचोंमें ठंडा कर लेते हैं।

सीमन्स-मार्टिन-विधि—इसके कारखानेका चित्र यहाँ दिया जाता है। इसमें ऐसा प्रबन्ध रहता है कि जलनशील गैसें (कर्बन एकौषिद और नोषजन) ग घ, और ग घ कमरोंमें एक ओरसे प्रवाहित की जाती हैं और च मार्गसे हवा प्रवेश करती है। प्रबन्ध द्वारा इस प्रकार नियंत्रित किया जाता है कि एकबार तो क से खींची गई बिन्दुदार रेखा क ख के बाईं ओर से हवा आ कर बायीं ओर के ग और घ कमरोंकी जलन-शील गैसोंके साथ मिलकर जलती है। इनकी ज्वालायें ग-भट्टी के ऊपर पड़ती हैं। ये जली हुई गैसें दाहिनी ओरके च नल से होकर दाहिनी ओरके ग और घ कमरों में पहुँचती हैं। इसका प्रभाव यह होता है कि थोड़ी देरके बाद



दाहिनी ओरका तापक्रम बायीं ओरकी अपेक्षा अधिक हो जाता है। ऐसा होने पर जलनशील गैसों का प्रवाह उलटा कर देते हैं। दाहिनी ओर के ग, घ कमरोंमें जलनशील गैस जलायी जाती हैं और जब ये गैसें बायीं ओरसे होकर निकलती हैं तो बायीं ओर का तापक्रम अधिक बढ़ जाता है। इस प्रकार अदला बदली होती रहती है। ऐसा करनेसे भट्टी का तापक्रम बहुत बढ़ जाता है। अतः यह आवश्यक है कि भट्टी शैल ओषिद, बालू, की ईंटोंकी बनायी जाय।

भट्टीमें पिटवाँ और ढलवाँ लोहेका मिश्रण उचित अनुपातमें मिलाकर रक्खा जाता है। जैसे

इस्पात की आवश्यकता हो वैसाही यह अनुपात निश्चित किया जाता है। जब मिश्रण गल जाता है तो इसमें स्पीगल (लोह-मांगनीज खनिज) डाल देते हैं। बस इस्पात तैयार हो जाता है।

इस्पातमें यह विशेष गुण है कि गरम करके एक दम ठंडा करनेसे यह भंजनशीलता ग्रहण कर लेता है और अत्यन्त कठोर हो जाता है। इसके बरछे, तलवार, कवच, चाकू, उस्तरे आदि बनाये जाते हैं।

नीचेकी सारिणीमें ढलवां, पिटवां और इस्पात लोहेकी अशुद्धियों का विवरण दिया गया है। यथा :—

	ढलवां लोहा		पिटवां लोहा	इस्पात
	खाकी	श्वेत		
लेखनिक	३.६	...	...	...
संयुक्त कर्बन	०.३६	४.१	०.१५	०.२३४
शैलम्	१ ०७	०.२३	०.१४	०.०३३
गन्धक	०.०८	०.१०	०.०४	—
स्फुर	०.०७	०.०७	०.४७	०.०४४
मांगनीज़	०.३०	०.३०	० १४	०.१३६
लोहम्	६४.१६	६५.२०	६६.०६	६६.५५०
	१००.००	१००.००	१००.००	१००.०००

शुद्ध लोहम्—अब तक हमने व्यापारिक लोहेका उल्लेख किया है ऊपरकी सारिणीसे यह विदित है कि व्यापारिक लोहे, पिटवां, ढलवां, और इस्पात तीनोंमें कुछ न कुछ अशुद्धियां विद्यमान रहती हैं। बहुधा लोह ओषिदको कर्बन द्वारा अवकृत करके लोहा बनाते हैं पर यह सर्वथा शुद्ध नहीं होता है क्योंकि इसमें कर्बनकी कुछ न कुछ मात्रा मिली ही रहती है। व्यापारिक लोहोंमें पिटवां लोहा ही अधिकतम शुद्ध होता है क्योंकि इसमें १ प्रतिशतसे अधिक अशुद्धि नहीं होती है। पियानोके तारके लिये जो पिटवां लोहा बनाया जाता है उसमें केवल ०.३ प्रतिशत ही अशुद्धियाँ होती हैं। लोह ओषिद या लोह काष्ठेतको उद्जनके प्रवाहमें अवकृत करनेसे शुद्ध लोहा मिल सकता है। तापक्रम जितना कम हो सके उतना कम रखना चाहिये। इस प्रकार काले चूर्णके रूपमें लोहा मिलता है।

लोहस हरिद, लोह$_2$, को उद्जन प्रवाहमें गरम करनेसे भी शुद्ध लोहा मिल सकता है। लोहस गन्धेत, नौसादर और मगनीस गन्धेतके मिश्रण-घोल का विद्युत् विश्लेषण करने से भी खाकी पत्रोंके रूपमें शुद्ध लोहा मिल सकता है।

कोबल्टम्

कोबल्ट धातु बहुत कम उपयोगी है अतः लोहे या नकलम्के समान अधिक मात्रामें यह तैयार नहीं की जाती है। कोबल्ट ओषिद या हरिदको शुष्क उद्जनके प्रवाहमें गरम करनेसे खाकी चूर्णके रूपमें कोबल्ट धातु मिल जायगी चूर्ण कांचकी तहके नीचे कोबल्ट काष्ठेत बिछाकर ज़ोरोंसे गरम करनेसे भी कोबल्ट धातु मिल सकती है। शुद्ध कोबल्ट गन्धेतके घोलको अमोनियम गन्धेत और अमोनियाकी विद्यमानता में परारौप्यम्-बिजलोदोंका उपयोग करके विद्युत् विश्लेषण करके शुद्ध कोबल्ट धातु मिल सकती है।

नकलम्

यह कहा जा चुका है कि स्मलटाइट खनिजमें यह कोबल्टम्के साथ पाया जाता है। बहुधा यह गन्धक और संक्षीणम्से संयुक्त रहता है। खनिज से नकलम् धातु प्राप्त करनेकी २ श्रेणियाँ हैं:—

(१) खनिजमें नक़लम् की प्रतिशत मात्रा बढ़ाकर ४०-७० % कर लेते हैं। इस समय इसमें कोबल्ट, ताम्र, लोह, संक्षीणम् तथा गन्धक मिले रहते हैं। इस पदार्थको स्पाइस या मैट (matt) कहते हैं। (२) दूसरी श्रेणीमें मैटमेंसे नक़लम् धातु उपलब्ध की जाती है।

जिन खनिजोंमें केवल ३-४ प्रतिशत ही नक़लम् होती है और लोहा और गन्धक अधिक मिला रहता है उन्हें पहले भूंजते हैं और फिर चूना डालकर गलाते हैं। इस प्रकार १५-३०% नक़लम् का पदार्थ मिल जाता है। इसे फिर इस्पात बनाने की बेसीमर विधिके समान 'परिवर्त्तकों' में वायु प्रवाह द्वारा संचालित करते हैं। इस प्रकार गन्धक संक्षीणम् और लोहम् का अधिकांश भाग ओषिद बन कर निकल जाता है। अब इस 'मैट' में ७५-७७ प्रति शत नक़लम् रहता है।

इस मैट में अब भी लोहसलवण, ताम्रम् कोबल्टम् आदि अशुद्धियां रहती हैं। इनके दूर करने की दो विधियाँ हैं :—

१. घोल विधि—इसमें मैट को पहले वायुमें भूँजते हैं। इस प्रकार सब धातु ओषिद में परिणत हो जाते हैं। तत्पश्चात् इन ओषिदों को उदहरिकाम्ल या गन्धकाम्ल में घोलते हैं। लोहस लवणों को रंग-विनाशक-चूर्ण द्वारा ओषदी कृत कर लेते हैं। घोलमें फिर चूना या खड़िया डालकर लोहे और संक्षीणम् को अवक्षेपित कर लेते हैं। तदुपरान्त घोलमें उदजन गन्धिद प्रवाहित करके ताम्रम् को अवक्षेपित करते है। इसके बाद घोलमें रंग विनाशक चूर्णकी उपयुक्त मात्रा डालकर ४०° श ताप क्रमपर कोबल्टको अवक्षेपित करते हैं। अब छाननेके बाद घोलमें नक़लम् रह जाता है, जिसे खटिक उदौषिद या सैन्धक कर्बनेत द्वारा उदौषिद या कर्बनेतके रूपमें अवक्षेपित कर लेते हैं।

२ शुष्क विधि—इस विधिमें मैटको भूँजते हैं तत्पश्चात् भूँजे हुए पदार्थपर जिसमें बहुधा ४० % तांबा होता है, हरिन्का प्रभाव डाला जाता है। इस प्रकार ताम्र हरिद बन जाता है जिसे अलग कर देते हैं। तत्पश्चात् भट्ठीमें फिर लोहा अलग कर दिया जाता है। और अन्तमें नक़ल गन्धिद प्राप्त होता है जिसको भूँजने से नक़ल-ओषिद मिल जाता है।

इस प्रकार शुष्क अथवा घोल विधि द्वारा शुद्ध नक़ल-ओषिद प्राप्त करते हैं। इसे फिर कर्बनके साथ ज़ोरों से तपाते हैं। ऐसा करने से नक़लम् धातु मिल जाती है। इस धातुमें भी कर्बन मिला रहता है और कोबल्ट, ताम्र, मांगनीज़, लोह और दस्तम् के भी सूक्ष्मांश विद्यमान रहते हैं।

मौण्ड-विधि—सं० १९५२ वि० में मौण्ड ने नक़लम् धातु प्राप्त करनेकी बहुत अच्छी विधि निकाली। इसी विधिमें मैटको भूँजते हैं। इस प्रकार अन्य ओषिदोंके साथ नक़ल ओषिद मिलता है। इसे फिर उदजन और कर्बन एकौषिद वायव्योंको मिश्रण-प्रवाह में गरम करते हैं, उदजन द्वारा नक़लओषिद का अवकरण हो जाता है, और यह अवकृत धातु कर्बन-एकौषिद से संयुक्त होकर एक उड़नशील यौगिक, नक़ल-कर्बनील, न (क ओ)$_4$, देती है। यह नक़ल कर्बनील उड़नशील विषैला पदार्थ है जिसका क्वथनांक ४३ श है। ६०° तक गरम करनेसे इसमें विस्फुटन होने लगता है। पर यदि उदजनके साथ इसे मिलाकर गरम नलीमें प्रवाहित किया जाय तो यह नक़लम् धातु और कर्बन एकौषिदमें विभाजित हो जाता है।

$$\text{न (क ओ)}_4 = \text{न} + ४ \text{ क ओ}$$

इस प्रकार शुद्ध नक़लम् प्राप्त हो सकता है क्योंकि इन्हीं परिस्थितियोंमें कोबल्ट, लोह, ताम्र आदि नक़ल कर्बनीलके समान कोई उड़नशील यौगिक नहीं देते हैं।

नक़ल गन्धेतके घोलको अमोनियम गन्धेत तथा अमोनियाकी विद्यमानतामें नक़लम् बिजलोदों का उपयोग करके विद्युत्-विश्लेषण करके शुद्ध नक़लम् प्राप्त हो सकता हैं।

धातुओं के गुण

लोहा—शुद्ध लोहेमें चाँदीके समान श्वेत चमक होती है पर नम वायुमें इसके ऊपर ओषिद की काली या भूरी तह जम जाती है। रक्ततप्त करनेपर यह नरम पड़ जाता है। शुद्ध लोहा पिटवाँ लोहेसे भी अधिक कठिनाईसे गलता है। लोहा का चुम्बकके प्रति आकर्षण है और यह स्वयं चुम्बकत्व ग्रहण कर सकता है, पर नरम लोहेमें से चुम्बकत्वका गुण शीघ्र निकल जाता है, इस्पात में यह गुण अधिक स्थायी रहता है।

लोहा हरिन्, अरुणिन् आदि से संयुक्त हो सकता है। यह ओषजनमें जलकर चुम्बकीय ओषिद, लो$_3$ ओ$_4$ होता है। रक्ततप्त करनेपर यह गन्धकके साथ भी जल सकता है। और लोह-गन्धिद बनता है। उच्चतापक्रम पर यह कर्बन से भी संयुक्त हो जाता है।

यह लगभग सभी हलके अम्लोंमें घुल जाता है। घुलनेपर उद्जन निकलने लगता है। पर हलके नोषिकाम्लमें साधारण तापक्रम पर घुलनेसे कोई भी गैस नहीं निकलती है क्योंकि लोहस नोषित, लो (नोओ$_3$)$_2$ और अमोनियम नोषेत बन जाता है। पर यदि अधिक तीव्र नोषिकाम्लके साथ गरम किया जाय तो लोहिक नोषेत, लो (नो ओ$_3$)$_3$, बनेगा और नोषजन ओषिदोंकी वाष्पें निकलने लगेंगी।

यदि लोहेको तीव्र नोषिकाम्लमें डुबो दिया जाय और फिर निकाल कर धो डाला जाय तो शिथिल-लोहा (Passive) मिलेगा। यह अब हलके नोषिकाम्लमें भी नहीं घुलेगा। साधारण लोहेको यदि ताम्र गन्धेतके गरम घोलमें डुबोया जाय तो उसपर ताम्र-धातु अवक्षेपित हो जाती है पर इस शिथिल लोहेमेंसे यह गुण भी जाता रहता है। हरिकाम्ल, रागिकाम्ल आदिमें डुबोनेके भी लोहेमें इसी प्रकारकी शिथिलता आजाती है। कदाचित् इसके ऊपर ओषद-कारक रसोंमें डुबोनेसे ओषिदकी पतली तह जम जाती है।

कोबल्टम्—इसमें पालिश किये हुए लोहेकी सी चमक होती है। यह लोहेसे भी अधिक कठोर है। यह घनवर्धनीय है और इसमें भी चुम्बकीय गुण आसकते हैं। साधारण तापक्रमपर ओषजनके संसर्गसे इसपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। पर गरम करनेपर यह ओषदीकृत हो जाता है। १५०°श पर यह नोषिक ओषिदके साथ जलने लगता है और कोबल्ट एकौषिद बन जाता है। यह उदहरिकाम्ल, हलके गन्धकाम्ल और नोषिकाम्लमें घुलनशील है। तीव्र नोषिकाम्लके संसर्गसे इसमें शिथिलता नहीं आती है। रक्त-तप्त करके जल-वाष्प प्रवाहित करनेसे यह ओषिदमें परिणत हो जाता है।

नकलम्—यह चांदीके समान चमकनेवाली धातु है। यह बहुत कठोर होती है। इसकी बहुत सुन्दर पालिश चढ़ाई जा सकती है। इसके तार खींचे जा सकते हैं और पत्र पीटे जा सकते हैं। यह गरम करनेपर भी कठिनतासे ओषदीकृत होता है। यह जलवाष्पको रक्त-तप्त करने पर धीरे धीरे विभाजित करता है और एकौषिद बनता है। नोषिक ओषिदमें जलानेसे भी यही एकौषिद मिल सकता है। यह हलके उदहरिकाम्ल एवं गन्ध-काम्लोंमें बहुत कम घुलनशील है, पर हलके नोषि-काम्लमें घुल जाता है। तीव्र नोषिकाम्लमें डुबोनेसे यह 'शिथिल' पड़ जाता है। नकलम्के बहुतसे धातु संकर पाये जाते हैं। प्रयोग-शालाओंमें उपयोग करनेके लिये इसकी घरियायें भी बनाई जाती हैं। जर्मन सिलवर धातु संकरमें तीन भाग तांबा, १ भाग नकलम् और एक भाग दस्तम् होता है। इसके सिक्के बनाये जाते हैं। नकल-इस्पातमें २—१५% नकलम् होता है।

यह कहा जा चुका है कि लोहम्, कोबल्टम् और नकलम् नामक तीनों तत्त्व अष्टम समूहके हैं अतः इनकी उच्चतम संयोग शक्ति ८ है। संयोग शक्ति इतनी अधिक होनेके कारण इनके अनेक प्रकारके यौगिक सम्भव हैं। सामान्यतः लोहम्के लोहिक और लोहस दोनों श्रेणियोंके यौगिक होते हैं, पर कोबल्टम् और नकलम्के कोबल्टस और नकलस यौगिक ही मुख्यतः स्थायी हैं। इन यौगिकोंमें धातुओंकी संयोग-शक्ति दो है। इनके इक-यौगिक जिनमें संयोग शक्ति तीन हो, उल्लेखनीय नहीं हैं।

ओषिद और उदौषिद

लोहे के मुख्यतः तीन प्रकारके ओषिद होते हैं:—

लोहस ओषिद, या लोह-एकौषिद, लो ओ

लोहेका चुम्बकी ओषिद, या लोहोसोलोहिक ओषिद, लो$_3$ओ$_4$।

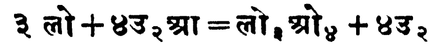
लोहिक ओषिद, या लोह एकार्ध ओषिद, लो$_2$ ओ$_3$।

इन ओषिदोंमेंसे लोहोसोलोहिक और लोहिक ओषिद तो खनिज रूपमें प्रकृतिमें पाये जाते हैं जैसा कि पहले कहा जा चुका है।

लोहस ओषिद - लोओ — ३००° श तक तप्त लोहिक ओषिद पर उदजनका प्रवाह करनेसे लोहस ओषिद काले चूर्णके रूपमें मिलता है। पर यह हवामें खुला छोड़ने पर फिर लोहिक ओषिदमें परिणत हो जाता है। लोहेको २००° तक गरम करके नोषस ओषिद द्वारा प्रभावित करनेसे भी यह मिल सकता है। लोहस काष्ठेत, लो क$_2$ ओ$_4$, को वायुकी अनुपस्थितिमें १५०° से १६०° तक गरम करनेसे लोहस ओषिद और लोहेका मिश्रण मिलता है।

लोहस उदौषिद — लो (ओउ)$_2$ — किसी शुद्ध लोहम् लवणमें वायुरहित सैन्धक क्षारके घोलको डालनेसे लोहस उदौषिद का श्वेत अवक्षेप आता है। इसे वायुकी अनुपस्थितिमें गरम पानी और उबलक द्वारा धोकर उदजनकी परिस्थितिमें सुरक्षित रखा जा सकता है। वायुकी विद्यमानतामें यह शीघ्र ही लोहिक उदौषिदमें परिणत हो जाता है।

लोहेका चुम्बकी ओषिद या लोहोसो लोहिक ओषिद:— लो$_3$ओ$_4$ — यह मैग्नेटाइट खनिजके रूपमें पाया जाता है और जैसा कि इसके नाम प्रकट है, यह लोहस ओषिद, लोओ, और लोहिक ओषिद का मिश्रण है। इसमें लोहेको आकर्षित करनेके गुण होते हैं। लोहेको वायुमें गरम करनेसे अथवा ओषजनमें शीघ्र जलानेसे जो ओषिद मिलता है वह लोहस और लोहिक ओषिदका मिश्रण होता है जिसे लोहोसोलोहिक ओषिद समझा जा सकता है। रक्त-तप्त लोहे पर भाप प्रवाहित करनेसे भी लोहोसो लोहिक ओषिद बनता है और उदजन निकलने लगता है :—


३ लो + ४उ$_2$ओ = लो$_3$ओ$_4$ + ४उ$_2$

इस ओषिदको उदहरिकाम्लमें घोल कर सैन्धक उदौषिदके साथ अवक्षेपित करनेसे काला अवक्षेप आता है जो लो (ओउ)$_2$, लो$_2$ओ$_3$ का माना जाता है।

लोहिक ओषिद या लोह एकार्ध ओषिद, लो$_2$ओ$_3$ — किसी लोहिक लवणमें अमोनिया या कोई दाहक क्षार डालनेसे लोहिक उदौषिद, लो (ओउ)$_3$ का भूरा अवक्षेप आता है। इस अवक्षेपको छान कर ५००°श तक गरम करनेसे लोहिक ओषिद बनता है। यह भूरे-लाल रंगका चूर्ण है जिसका घनत्व ५·१७ है। खनिजोंके रूपमें भी यह पाया जाता है। लोहेके ऊपर जो जंग लग जाता है उसका सूत्र लो$_2$ओ$_3$, २ लो (ओउ)$_3$ है। लोहे पर जंग जलकी विद्यमानतामें वायुके ओषजन द्वारा लगता है। जल इस प्रक्रियामें उत्प्रेरक का काम करता है। बहुतसे पानीमें थोड़ा सा लोहिक हरिद डालकर उबालनेसे गहरे लाल रंगका घोल

मिलता है जिसे कलार्द्र लोहिक उदौषिद्का घोल कहते हैं। यह लोहिक हरिद्के उद्विश्लेषण द्वारा बनता है :—

लोह$_2$ + ३ उ$_2$ओ = लो (ओउ)$_3$ + ३ उह

सैन्धक सिरकेत और लोह हरिद्के मिश्रणको पार्चमैण्टके थैलेमें निःश्लेषण (dialysis) करनेसे भी कलार्द्र लोह उदौषिद् मिलता है।

लोहित—६६·५ भाग चूनेको १६० भाग लोहिक ओषिद्के साथ परराँप्यमके बर्तनमें श्वेत ताप तक गरम करनेसे खटिक लोहित, लो$_2$ओ$_3$ख ओ, मिलता है। इसी प्रकार दस्तलोहित, लो$_2$ओ$_3$ द ओ और मगनीस लोहित, लो$_2$ओ$_3$ म ओ, भी बनाये जा सकते हैं।

कोबल्ट ओषिद्

कोबल्टम्के भी तीन प्रकारके ओषिद् पाये जाते हैं जिन्हें लोहम्के ओषिद्के समान समझा जा सकता है।—

१ कोबल्ट एकौषिद्, को ओ

२ कोबल्ट एकार्ध ओषिद्, को$_2$ ओ$_3$

३ त्रिकोबल्ट चतुरोषिद्, को$_3$ ओ$_4$

इन ओषिदोंके अतिरिक्त अन्यभी अनेक ओषिद् होते हैं जो अधिक उपयोगी नहीं है।

कोबल्ट एकौषिद्, को ओ — कोबल्ट एकार्ध ओषिद् या अन्य किसी भी ओषिद् को ३५०° के नीचे तापक्रम तक उदजन प्रवाहमें गरम करनेसे यह मिल सकता है। कर्बन द्विओषिद्के प्रवाहमें एकार्ध ओषिद् को रक्ततप्त करनेसे भी यह मिल सकता है।

कोबल्टस उदौषिद्; को (ओउ)$_2$—किसी कोबल्टस लवणको वायुकी अनुपस्थितिमें दाहक क्षार द्वारा अवक्षेपित करनेसे यह मिलता है। यह पहले नीले रंगका होता है पर गरम करने पर गुलाबी रंगका हो जाता है।

कोबल्टिक ओषिद्—को$_2$ओ$_3$—कोबल्ट नोषेतको धीरे धीरे तप्त करनेसे यह काले-भूरे चूर्णके रूपमें प्राप्त होता है। कोबल्ट लवणको क्षारीय उपहरितके घोलसे अवक्षेपित करने पर कोबल्टिक उदौषिद्, को (ओउ)$_3$ मिलता है।

त्रिकोबल्ट चतुरौषिद् या कोबल्टो कोबल्टिक ओषिद्, को$_3$ओ$_4$—किसी अन्य कोबल्ट ओषिद् या कोबल्ट नोषेतको वायुमें गरम करनेसे यह मिलता है। इसके काले चूर्णका घनत्व ६·० के लगभग है।

कोबल्ट एकार्ध ओषिद्को भार ओषिद् और भार हरिद्के साथ गलानेसे भार कोबल्टित, भओ·को ओ$_2$, बनता है। इसी प्रकार मगनिसिया के साथ गलानेसे मगनीस कोबल्टित, मओ·कोओ$_2$ मिलता है।

नकल-ओषिद्

नकलम्के दो ही ओषिद् मुख्यतः पाये जाते हैं :—

नकल एकौषिद्, न ओ

नकल-एकार्ध ओषिद्, न$_2$ओ$_3$

अन्य भी ओषिद् पाये जाते हैं पर वे उपयोगी नहीं हैं।

नकल एकौषिद्, न ओ—यह नकल एकार्ध ओषिद्, अथवा नकल कर्बनेत या नोषेत को जोरोंसे गरम करनेसे हरे रवेदार चूर्णके रूपमें मिलता है। गरम करने पर इसका रंग गहरा पीला हो जाता है। २२०° श तक उदजनके प्रवाहमें गरम करनेसे इसका अवकरण हो जाता है और नकलम् धातु रह जाती है।

नकल उदौषिद्, न (ओउ)$_2$ — न किसी नकल-लवणके घोलमें दाहक भारका घोल डालकर गरम करनेसे सेबके हरे रंगके समान इसका अवक्षेप प्राप्त होता है। यह अमोनियामें घुलकर नीला रंग देता है।

नकल एकार्ध ओषिद्, न$_2$ओ$_3$—यह नकल नोषेत या कर्बनेतको वायुमें धीरे धीरे तप्त करनेसे मिलता है। इस ओषिद्को गन्धकाम्ल या नोषिकाम्लमें घोलनेसे ओषजन निकलने लगता है। उदहरिकाम्लमें घोलनेसे हरिन् निकलता है :—

न₂ओ₃ + ६ उह = २ नह₃ + ३उ₂ओ + ह₂

इसी प्रकार अमोनिया द्वारा प्रभावित होने पर नोषजन निकलता है :—

३ न₂ओ₃ + २ नो उ₃ + ३ उ₂ ओ

= ६ न (ओउ)₂ + नो₂

नक़ल एकार्ध ओषिद्‌को भार कर्बनेतके साथ विद्युत् भट्टीमें ख़ूब गरम करनेसे भार नक़लित, भओ, २ न ओ₂, बनता है।

हरिद, अरुणिद और नैलिद

लोहस हरिद— लोह₂ — तप्त लोह चूर्णके ऊपर हरिन् अथवा उद्‌हरिकाम्ल वायव्य प्रवाहित करनेसे लोहस हरिद बनता है। लोहिक हरिद्‌को उद्‌जनके प्रवाहमें गरम करनेसे भी यह बन सकता है। इसको नीरंग चमकीली पपड़ी होती है। यह पसीजने वाला पदार्थ है और जल तथा मद्यमें घुल जाता है। इसका घनत्व २·५२८ है। वायुमें गरम करने पर यह लोहिक हरिद्‌में परिणत हो जाता है और साथमें लोह एकार्ध ओषिद भी बनता है

१२ लोह₂ + ३ ओ₂ = ८ लोह₃ + २ लो₂ ओ₃

पर जलवाष्पके प्रवाहमें गरम करनेसे लोहोसो-लोहिक ओषिद बनता है :—

३ लोह₂ + ४ उ₂ ओ = लो₃ ओ₄ + ६ उह + उ₂

लोहेको उद्‌हरिकाम्लमें घोलकर वायुकी अनुपस्थितिमें स्फटिकीकरण करनेसे लोहस हरिद, लोह₂ ४ उ₂ ओ, के नीले पारदर्शक रवे प्राप्त होते हैं। यह हवामें हरे पड़ जाते हैं। इनका घनत्व १·९३ है।

लोहोसो लोहिक हरिद, लो₃ ह₈. १८ उ₂ ओ— चुम्बकी लोह ओषिद, लो₃ ओ₄, को तीव्र उद्‌हरिकाम्लमें घोलनेसे पीला द्रव प्राप्त होता है जिसे गन्धकाम्लके ऊपर सुखानेसे लोहोसो लोहिक हरिद्‌की पीली पपड़ी प्राप्त होगी।

लोहिक हरिद, लोह₃—लोहेके तारको शुद्ध हरिन के प्रवाहमें साधारण रक्ततप्त करनेसे लोहिक हरिद बनता है। तप्त लोहिक ओषिद पर उद्‌हरिकाम्ल वायव्य प्रवाहित करनेसे भी यह बन सकता है। लोहिकहरिद श्याम-लाल रंगका होता है। यह शीघ्र पसीजने लगता है। यह पानी, मद्य और ज्वलकमें घुलनशील है। यह ४४८° पर ही उड़ने लगता है। और उच्चतापक्रम तक गरम करनेसे यह लोहस हरिद और हरिन्‌में विभाजित हो जाता है।

लोहिक हरिद अमोनियाके साथ लोह₃, ४ नो उ₃ यौगिक और नोषो सील हरिद्‌के साथ लोह₃ नो उ ह यौगिक देता है। भापके प्रवाहमें गरम करनेसे लोहिक ओषिद और उद्‌हरिकाम्लमें परिणत हो जाता है। लोहिक हरिद्‌में स्फटिकीकरणके अनेक जलाणु होते हैं। इसके कई उदेत पाये जाते हैं :—

लोह₃. ६ उ₂ ओ—द्रवांक ३७° श

२लोह₃. ७ उ₂ ओ— " ३२°·५ श

लोह₃. २ उ₂ ओ " ७३°·५ श

इसके घोलोंका दवाइयोंमें उपयेाग होता है।

कोबल्ट हरिद—कोह₂—धातु कोबल्टका चूर्ण हरिन्‌के प्रवाहमें गरम करने पर जल उठता है और कोबल्टहरिद्‌के अनार्द्र नीले रवे प्राप्त होते हैं। ये मद्यमें घुलकर नीले रंगका घोल देते हैं। इनमें पानी छोड़ने पर पहले बैंजनी रंग आता है जो बादको गुलाबी रंगका हो जाता है। कोबल्ट-ओषिद या कर्बनेतको उद्‌हरिकाम्लमें घोलनेसे भी कोबल्ट हरिद्‌का घोल मिलता है जिसको वाष्पीभूत करनेसे लाल रवे, कोह₂ ६ उ₂ ओ के प्राप्त होते हैं जिनका घनत्व १·८४ है। इन्हें ११०°—१२०° तक गरम करनेसे अनार्द्र नीला हरिद मिलता है।

कोबल्ट हरिद्‌के हलके घोलसे यदि काग़ज़ पर कुछ लिखा जाय तो सूखने पर अक्षर नहीं दिखाई दगे पर यदि काग़ज़को कुछ गरम किया जाय तो

चमकदार नीले रंगके अक्षर निकल आवेंगे। थोड़ी देर ठण्डा करने पर ये अक्षर फिर मिट जाते हैं और गरम करने पर फिर निकल आते हैं। इस प्रकार धोखा देनेकी रोशनाई (sympathetic ink) बनाई जा सकती है।

नकल हरिद, नह$_2$—यह भी कोबल्ट हरिद्के समान बनाया जाता है। यदि नक़लम् चूर्णको तीव्र प्रकाशमें शुष्क हरिन्के साथ थोड़ासा गरम किया जाय तो नक़ल हरिद्के पीले पत्र प्राप्त होते हैं। नक़ल ओषिद या कर्बनेतको उदहरिकाम्लमें घोल कर वाष्पीभूत करनेसे अनार्द्र नक़ल हरिद मिल जावेगा। नक़ल हरिद्को वायुमें गरम करने से हरिन् निकल जाता है और नकल ओषिद बच रहता है। नक़ल हरिद जलमें घुलकर हरा घोल देता है। यह मद्यमें भी घुलनशील है। इसके रवोंमें ६ जलाणु होते हैं। अनार्द्र नक़ल हरिद साधारण तापक्रम पर ही अमोनिया शोषित कर लेता है। और बैंजनीपन लिया हुआ नह$_2$ ६ नोउ$_3$ का श्वेत पदार्थ मिलता है।

लोहस अरुणिद, लोरु$_2$—साधारणतः रक्ततप्त लोहे पर अरुणिन्की वाष्पें प्रवाहित करनेसे यह पीले रवोंको रूपमें मिलता है। लोहेको उद-अरुणिकाम्लमें घोलने पर भी इसका घोल मिल सकता है जिसको वाष्पीभूत करनेसे लोरु$_2$, ६ उ$_2$ ओ के नील-हरे रवे प्राप्त होते हैं।

लोहिक अरुणिद, लोरु$_3$—अरुणिन्की अधिक मात्रामें लोहेको गरम करनेसे यह लाल रंगका मिलता है। वायुकी अनुपस्थितिमें गरम करने पर यह लोहस अरुणिद और अरुणिन्में विभाजित हो जाता है।

कोबल्ट अरुणिद, कोरु$_2$—रक्ततप्त कोबल्ट धातु पर अरुणिन्की वाष्पें प्रवाहित करनेसे कोबल्ट अरुणिद हरे रंगका प्राप्त होता है। कोबल्टम्, अरुणिन् और जलके संसर्गसे भी इसका घोल प्राप्त होता है। इसको गन्धकाम्ल पर सुखाने से कोरु$_2$. ६ उ$_2$ ओ के लाल रवे प्राप्त होते हैं।

नकल अरुणिद, न रु$_2$—नक़लम् चूर्णको अरुणिन्में तप्त करनेसे यह सुनहरे रंगका प्राप्त होता है। अरुणिन्, नक़लम् और जलके संसर्ग से जो घोल प्राप्त होता है उसको वाष्पीभूत करने से नरु$_2$, ३ उ$_2$ ओ के पसीजने वाले रवे प्राप्त होते हैं।

लोहस नैलिद, लो नै$_2$—लोह चूर्णको नैलिन्के साथ बन्द घरियामें गरम करनेसे यह बनता है। नैलिन् और लोह चूर्णको जलके संसर्गमें गरम करनेसे ताप जनित होता है और लोहस अरुणिद का घोल मिलता है। वायुमें खुला छोड़ने पर इस घोलका ओषदीकरण हो जाता है और नैलिन् पृथक् हो जाता है। कदाचित् लोहिक नैलिद नहीं पाया जाता है।

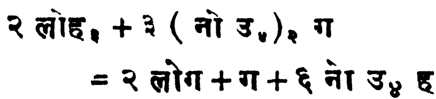
कोबल्ट नैलिद, को नै$_2$—कोबल्टम्को जल एवं नैलिन्के साथ गरम करने से ताप जनित होता है और कोबल्ट नैलिदका घोल मिलता है।

नकल नैलिद, न नै$_2$—यदि उदजन प्रवाहमें अवकृत नक़लम् चूर्ण नैलिन्के साथ गरम किया जाय तो नक़लनैलिद मिलता है। नक़ल उदौषिदमें उदनैलिकाम्ल घोलकर घोलको वाष्पीभूत करने से जो पदार्थ मिले उसे वायुकी अनुपस्थितिमें शुद्ध करनेसे नक़ल नैलिदकी काली पपड़ी मिलेगी।

लोहेको उदप्लविकाम्लमें घोलनेसे लोहस प्लविद, लोप्ल$_2$, ८ उ$_2$ ओ, प्राप्त होता है और लोहिक उदौषिदको उदप्लविकाम्लमें घोलनेसे लोहिक प्लविद, २ लोप्ल$_3$. ९ उ$_2$ ओ, मिलता है। इसी प्रकार कोबल्ट ओषिद या कर्बनेत और उदप्लविकाम्लके संसर्गसे, कोबल्ट प्लविद, कोप्ल$_2$, २ उ$_2$ ओ मिलता है। इसी प्रकार नकल प्लविद, नप्ल$_2$, ३ उ$_2$ ओ भी बनाया जा सकता है।

गन्धिद और गन्धेत

लोहस गन्धिद—३ भाग लोह चूर्ण और २ भाग गन्धकके मिश्रणको रक्ततप्त घरियामें डाल देनेसे लोहस गन्धिदका काला चूर्ण मिलता है। लोहस लवणोंके घोलमें अमोनियम गन्धिदका घोल डालनेसे लोहस गन्धिदका काला अवक्षेप आता है। यदि लोहिक लवणोंके घोलमें अमोनियम गन्धिद डाला जाय तो लोहस गन्धिद और गन्धक का मिश्रण मिलता है :—



२ लोह$_3$ + ३ (नो उ$_4$)$_2$ ग

= २ लोग + ग + ६ नो उ$_4$ ह

लोहिक गन्धिद, लो$_2$ ग$_3$—यह भी लोहे और गन्धकको साथ साथ गरम करनेसे मिलता है। लोहिक ओषिद और उदजन गन्धिदके प्रवाहसे १००° श के नीचे ही यह मिल सकता है।

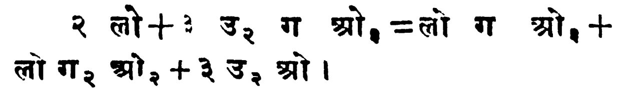
लोह चूर्ण, गन्धक और पांशुज कर्बनेतको गरम करनेसे पांशुज-लोहिक-गन्धिद, पां$_2$ लो$_2$ ग$_4$ बनता है। इसके घोलमें रजत नोषितका घोल डालने से रजत लोहिक गन्धिद, र$_3$ लो$_2$ ग$_4$ मिलेगा।

लोह द्विगन्धिद, लोग$_2$—यह लोह पाइरायटीज़के रूपमें प्रकृतिमें पाया जाता है। यह अत्यन्त कठोर पदार्थ है जिसका घनत्व ५.१८५ होता है।

कोबल्ट गन्धिद, को ग—किसी कोबल्ट लवणके घोलमें अमोनिया डालकर उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे इसका काला अवक्षेप प्राप्त होगा जो अम्लोंमें घुलनशील है। हलके सिरकाम्लमें यह अनघुल है। इस गन्धिदमें गन्धक मिलाकर मिश्रणको उदजनके प्रवाहमें गरम करनेसे कई अन्य गन्धिद, को ग$_2$, को$_2$ ग$_3$, आदि मिलते हैं।

नकल गन्धिद, न ग—नकलम् और गन्धकके मिश्रणको गरम करनेसे यह पीले भङ्गनशील पदार्थके रूपमें मिलता है। नकलम्के किसी लवणके घोलमें अमोनियम गन्धिद डालनेसे या अमोनिया डाल कर उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे इसका काला अवक्षेप आता है। यह अवक्षेप उदहरिकाम्लमें तीव्रतासे घुलता है। यह अमोनियामें कुछ घुल जाता है। पीत अमोनियम गन्धिदमें भी घुल जाता है। नकलम् लवणके घोलको सैन्धक गन्धको-गन्धेतके साथ गरम करनेसे भी नकल गन्धिदका काला अवक्षेप प्राप्त होता है।

लोहस गन्धित, लो ग ओ$_3$—गन्धकाम्लके जलीय घोलमें वायुकी अनुपस्थितिमें लोहेके चूर्णको डालनेसे कोई गैस नहीं निकलती है प्रत्युत लोहस गन्धित और लोहस गन्धको गन्धेतका मिश्रण मिलता है।



२ लो + ३ उ$_2$ ग ओ$_3$ = लो ग ओ$_3$ + लो ग$_2$ ओ$_3$ + ३ उ$_2$ ओ।

गन्धको गन्धेत तो बहुत घुलनशील है पर लोहस गन्धित कम घुलनशील है अतः थोड़ी देर रखने पर मिश्रणमें से गन्धित पृथक् हो जाता है। कोबल्टस गन्धित, को ग ओ$_3$ ५ उ$_2$ ओ पीला रवेदार पदार्थ है।

लोहस गन्धेत, लो ग ओ$_4$ ७ उ$_2$ ओ—इसे हरा कसीस भी कहते हैं। लोहेको गन्धकाम्लमें घोलनेसे यह मिल सकता है। ताम्र—पाइरायटीज़, ता लो ग$_2$, में ताम्रम् और लोहम् दोनों होता है। इन पाइराइटीज़को वायुमें भूँजनेसे ताम्रगन्धेत बनाया जाता है। इसके साथ साथ कुछ लोहस गन्धेत या लोहओषिद भी बन जाता है। इस प्रकार तूतिया (ताम्र गन्धेत) के बनानेकी विधिमें लोहस गन्धेत भी उपद्रव्य (by-product) के रूपमें बन जाता है। इसके हरे रवोंमें स्फटिकीकरणके सात जलाणु होते हैं। हवामें रखा रखा सूख कर यह सफ़ेद हो जाता है। लोहस गन्धेत तीव्रगन्धकाम्ल, और निरपेक्ष मद्यमें अनघुल है।

लोहस गन्धेत अन्य धातुओंके गन्धेतोंके साथ द्विगुण लवण देता है। लोहस अमोनियम गन्धेत, लो ग ओ$_4$, (नो उ$_4$)$_2$ ग ओ$_4$ ६ उ$_2$ ओ, इनमें बड़ा

प्रसिद्ध है। अमोनियम गन्धेत और लोहस गन्धेत की उपयुक्त मात्रायें न्यूनतम गरम जल में घोली जाती हैं, और घोलका स्फटिकीकरण किया जाता है। इस प्रकार लोहस अमोनियम गन्धेत मिल जाता है जिसके रवोंका नील-हरित् रंग होता है। ३०°श तापक्रम पर यह १०० भाग जलमें २८ भाग घुलनशील है।

लोहिक गन्धेत, लो$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$—लोहस गन्धेतके घोलमें गन्धकाम्लकी उपयुक्त मात्रा डालकर नोषिकाम्लके साथ गरम करनेसे लोहिक गन्धेतका पीत भूरा घोल प्राप्त होगा जिसका स्फटिकीकरण करनेसे लोहिक गन्धेतके नीरंग रवे प्राप्त होते हैं :—

६ लो ग ओ$_4$ + ३ उ$_2$ ग ओ$_4$ + २ उ नो ओ$_3$
= ३ लो$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ + २ नो ओ + ४ उ$_2$ ओ

इसको गरम करनेसे या तीव्र घोलमें तीव्र गन्धकाम्लके डालनेसे श्वेत अनार्द्र लोहिक गन्धेत मिलता है। लोहस गन्धेत और गन्धकाम्लके मिश्रणको उबालने से भी लोहिक गन्धेत बनता है :—

२ लो ग ओ$_4$ + २ उ$_2$ ग ओ$_4$
= लो$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ + ग ओ$_2$ + २ उ$_2$ ओ

लोह फिटकरी या लोहिक पांशुज गन्धेत—लोहिक गन्धेत और पांशुज गन्धेतकी उपयुक्त मात्रा लेकर गाढ़ा घोल बनानेसे लोह फिटकरी मिलती है। घोलका स्फटिकीकरण ०°श पर कई दिनों तक करना चाहिये। इसके घुलनशील अष्टतलीय बैंजनी रवे होते हैं। इसका सूत्र यह है :—

लो$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ पां$_2$ ग ओ$_4$, २४ उ$_2$ ओ

कोबल्टस गन्धेत, को ग ओ$_4$, ७ उ$_2$ ओ—इसे लोहस गन्धेतके समान समझना चाहिये। कोबल्ट ओषिद या कर्बनेतको हलके गन्धकाम्लमें घोलनेसे यह मिल सकता है। उसका घनत्व १.९२४ है और २०° श पर १०० भाग जलमें ३६.४ भाग घुलनशील है।

कोबल्टिक गन्धेत, को$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ १८ उ$_2$ ओ—कोबल्टस गन्धेतके अम्लीय घोलको ठंडाकर विशेष बाटरियोंमें विद्युत् विश्लेषण करनेसे यह मिलता है। जलमें घुलकर यह नीला घोल देता है। जो अस्थायी है और इसमेंसे शीघ्रही ओषजन निकल जाता है।

कोबल्टस गन्धेतके अम्लीय घोलमें अमोनियम गन्धेत डालकर धीमी विद्युत् धारा प्रवाहित करने से कोबल्टिक-अमोनियम फिटकरी, (नो उ$_4$)$_2$ ग ओ$_4$-को$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ २४ उ$_2$ ओ, प्राप्त होती है।

नकल गन्धेत, न ग ओ$_4$—नकलम्, या नकल ओषिद अथवा कर्बनेतको हलके गन्धकाम्लमें घोलनेसे यह मिल सकता है। इसके नील हरे रवे होते हैं। अनार्द्र नकलगन्धेत अमोनिया शोषित कर सकता है और न ग ओ$_4$ ६ नो उ$_3$ का बैंजनी श्वेत यौगिक प्राप्त होता है।

नकल अमोनियम गन्धेत—(नो उ$_4$)$_2$ ग ओ$_4$ न ग ओ$_4$ ६ उ$_2$ ओ—नकलम्को गन्धकाम्लमें घोल कर गाढ़े घोलमें अमोनियम गन्धेत डालनेसे यह बन जाता है। नकलम्की कलई चढ़ानेमें इसका उपयोग होता है।

नोषिद, नोषित और नोषेत

लोह नोषिद, लो$_2$ नो—तप्त लोहस या लोहिक हरिद पर शुष्क अमोनिया प्रवाहित करनेसे यह बनता है। यह भञ्जनशील, चांदीके समान श्वेत पदार्थ है। यह चाकूसे काटा जा सकता है। इसमें चुम्बकीय गुण होते हैं।

पांशुज कोबल्टी नोषित—२ पां$_3$ को (नो ओ$_2$)$_6$ ३उ$_2$ओ—यद्यपि न तो कोबल्टस नोषित पाया जाता है, न कोबल्टिक नोषित, पर पांशुज कोबल्टी नोषित नामक एक यौगिक पाया जाता है। इस यौगिकमें सामान्य नोषितोंके अधिकांश गुण नहीं पाये जाते हैं। सिरकाम्लसे अम्लित कोबल्टस लवणके घोलमें पांशुज नोषितका घोल डालनेसे पीला अवक्षेप प्राप्त होता है जो पांशुज कोबल्टी नोषित है :—

कोह₂ +५ पां नो ओ₂ +२ उ नो ओ₂

=२ पां₂ को (नो ओ₂)₂ +२ पां ह

+नो ओ +उ₂ ओ

यह जलमें कुछ घुलनशील है।

नकल नोषित, न (नो ओ₂)₂ —नकल गन्धेतको भार नोषितसे प्रभावित करनेसे यह बनता है। यह स्थाई यौगिक है। पांशुज लवणके साथ एक द्विगुण लवण, ४ पां नो ओ₂ + न (नो ओ₂)₂, प्राप्त होता है।

लोहस नोषेत, लो (नो ओ₃)₂ – ६उ₂ ओ —लोहस गन्धेतके घोलमें भार-नोषेतका घोलडालनेसे अनघुल भार गन्धेत एवं घुलनशील लोहस नोषेत बनता है। शून्य द्रवको शून्यमें गन्धकाम्लके ऊपर सुखाकर इसके रवे प्राप्त हो सकते हैं। यह अस्थायी पदार्थ है।

लोहिक नोषेत—लो (नो ओ₃)₃—लोहेको नोषिकाम्लमें घोलनेसे यह बनता है। इसके रवे शीघ्र पसीजने लगते हैं। पानीमें घुलकर यह भूरा घोल देते हैं पर यदि घोलमें तीव्र नोषिकाम्ल डाल दिया जाय तो घोल नीरंग हो जाता है।

कोबल्ट नोषेत—को (नो ओ₃)₂ ३ उ₂ ओ—कोबल्ट कर्बनेतको नोषिकाम्लमें घोलनेसे यह प्राप्त होता है। इसको गरम करनेसे ओषिद प्राप्त होते हैं।

नकल नोषेत, न (नो ओ₃)₂—यह भी कोबल्ट नोषेतके समान बनाया जा सकता है। यह हरा घुलनशील पदार्थ है।

कर्बनेत

लोहस कर्बनेत, लो क ओ₃—यह खनिज रूपमें पाया जाता है। लोहस गन्धेतके घोलमें सैन्धक कर्बनेतका घोल डालनेसे लोहस कर्बनेतका श्वेत अवक्षेप मिलता है। यह शीघ्र ही ओषजन ग्रहण करके मटमैला हरा हो जाता है।

कोबल्ट कर्बनेत, को क ओ₃—कोबल्ट हरिद और सैन्धक अर्ध कर्बनेतके घोलको १४०° तक गरम करनेसे यह मिलता है।

नकल कर्बनेत, न क ओ₃ —नकल हरिदके घोलको खटिक कर्बनेतके साथ १५०° तक गरम करनेसे यह मिलता है।

अन्य यौगिक

लोहस स्फुरेत, लो₃ (स्फु ओ₄)₂ ८ उ₂ ओ—लोहस गन्धेतको सैन्धक स्फुरेतसे अवक्षेपित करने पर यह मिलता है। यह अवक्षेप श्वेत होता है।

लोहिक स्फुरेत, लो स्फुओ₄, २ उ₂ ओ—लोहिक हरिदके घोलमें सैन्धक स्फुरेतका घोल डालनेसे इसका पीत श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। सैन्धक स्फुरेतके स्थानमें सैन्धक संक्षीणेत डालनेसे लोहिक संक्षीणेतका पीला अवक्षेप मिलता है। ये अवक्षेप उदहरिकाम्ल तथा लोहिक हरिदकी अधिक मात्रामें घुलनशील हैं। कोबल्ट हरिदके घोलसे भी स्फुरेत और संक्षीणेत प्राप्त हो सकते हैं।

नकल कर्बनील—न (क ओ)₄—इसका उल्लेख नकलम् धातुकी मौएड विधिका उल्लेख करते समय किया जा चुका है। ३५०°—४००°श तापक्रम पर उदजन द्वारा अवकृत नकलम् धातु पर ठंडा करके कर्बन एकौषिद प्रवाहित करनेसे यह प्राप्त हो सकता है। यह नीरंग द्रव है जिसका क्वथनांक ४३° है। –२५°श पर यह ठोस हो जाता है। १७°श तापक्रम पर इसका घनत्व १·३१८५ है। १८०°श तक गरम की हुई नलीमें प्रवाहित करनेसे इसका विभाजन हो जाता है और नकलम् धातु प्राप्त हो जाती है—

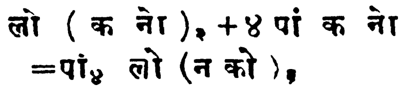
न (क ओ)₄= न+४ क ओ

यह द्रव मद्य, बानजावीन और हरोपिपीलमें घुलनशील है।

श्यामजन यौगिक

रजतम् और स्वर्णम्‌का वर्णन करते समय कहा गया था कि यदि इनके घुलनशील लवणोंमें पांशुज श्यामिदका घोल डाला जायतो पहले रजतश्यामिद या स्वर्ण श्यामिदका अवक्षेप आवेगा। पर यदि इस अवक्षेपमें पांशुज श्यामिदकी और अधिक मात्रा डाली जावे तो यह अवक्षेप घुल जाता है और घोलको वाष्पीभूत करने पर संकीर्ण यौगिक (complex compound) पां र (क नो)$_२$ और पां स्व (क नो)$_२$ बनते हैं। इसी प्रकारके संकीर्ण यौगिक ताम्रम्, लोहम् और कोबल्टम्‌के भी पाये जाते हैं।

पांशुज लोहोश्यामिद पां$_४$ लो (क नो)$_६$ — यदि लोहस गन्धेतके घोलमें पांशुज श्यामिदका घोल डाला जाय तो पहले लोहस श्यामिद, लो (क नो)$_२$ का अवक्षेप आवेगा। इसमें और अधिक पांशुज श्यामिद डालनेसे यह अवक्षेप घुल जावेगा और घोलमें पांशुज लोहो श्यामिद बन जावेगा।



लो (क नो)$_२$ + ४ पां क नो
= पां$_४$ लो (न को)$_६$

घोलको वाष्पीभूत करनेसे पांशुज लोहो श्यामिदके पीत श्वेत रवे प्राप्त होंगे।

पहले इसकी व्यापारिक विधि पांशुज कर्बनेत को लोहेके गोलार्धमें अनेक कार्बनिक पदार्थोंसे जैसे बाल, सींग, पंख, रुधिर, चमड़ा इत्यादि मिश्रित करके गरम करते थे। इस गोलार्धके मुँह पर एक छोटा सा छेद रहता था जिसमें होकर लोह चूर्ण डालते थे। कार्बनिक पदार्थों का कर्बन और नोषजन ग्रहण करके पांशुज कर्बनेत पांशुज श्यामिदमें परिणत हो जाता था। उपर्युक्त कार्बनिक पदार्थोंमें थोड़ासा गन्धक भी होता था जिससे लोहा लोह गन्धिदमें परिणत हो जाता है। निम्न समीकरणके अनुसार सम्भवतः लोह गन्धिद और पांशुज श्यामिद द्वारा पांशुज लोहो श्यामिद बन जाता है :—

१३ पां क नो + लो$_२$ग$_३$
= २ पां$_४$ लो (क नो)$_६$ + २ पां$_२$ग + पां क नो ग

आजकल व्यापारिक विधिमें कोलगैससे पांशुज लोहो श्यामिद बनाते हैं। साधारण कालगैसमें उदश्यामिकाम्लकी थोड़ी सी वाष्प मिली रहती है। इन्हें पांशुज क्षारके घोलमें शोषित करते हैं। घोलमें थोड़ा सा लोहस उदौषिद भी छितरा देते हैं। इस प्रकार पांशुजक्षार और उदश्यामिकाम्ल के संसर्गसे पांशुज श्यामिद बनता है जो लोहस उदौषिदके साथ पांशुज लोहो श्यामिद दे देता है।

पांशुज लोहो श्यामिदके रवोंमें स्फटिकीकरणके तीन जलाणु होते हैं। इस लोहो श्यामिदके अतिरिक्त अन्य लोहो श्यामिद भी बनाये गये हैं जैसे :—

सैन्धक लोहोश्यामिद—सै$_४$ लो (क नो)$_६$

अमोनियम लोहो श्यामिद—(नो उ$_४$)$_४$ लो (क नो)$_६$ [३ उ$_२$ओ]

खटिक लोहो श्यामिद—ख$_२$ लो (क नो)$_६$ [१२ उ$_२$ओ]

पांशुज खटिक लोहो श्यामिद—पां$_२$ ख लो (क नो)$_६$ [३ उ$_२$ ओ]

लोहो श्यामिकाम्ल, उ$_४$ लो (क नो)$_६$ — पांशुज श्यामिदके ठंडे संपृक्त घोलमें शुद्ध उदहरिकाम्ल डालनेसे लोहो श्यामिकाम्लका अवक्षेप आता है। यह श्वेत चूर्ण है जिसके सूच्याकार रवे बन सकते हैं। हवामें रखनेसे इसका ओषदीकरण हो जाता है और उदश्यामिकाम्ल तथा लोहिक लोहो श्यामिद बन जाता है।

७ उ$_४$ लो (क नो)$_६$ + ओ$_२$
= २४ उ क नो + लो$_७$ (क नो)$_{१८}$ + २ उ$_२$ ओ

पांशुज लोहि श्यामिद — पां$_३$ लो (क नो)$_६$ — पांशुज लोहो श्यामिदका लोहो श्यामिद मूल—[लो (क नो)$_६$] iv चतुशक्तिक पर पांशुज लोहि श्यामिदमें लोहो श्यामिद मूल—[लो (क नो)$_६$] iii

त्रिरासिक है। पांशुज लोहो श्यामिद्के घोलमें हरिन् गैस प्रवाहित करनेसे लोहो श्यामिदका ओषदीकरण हो जाता है और पांशुज लोहा श्यामिद बन जाता है।

$$२ पां_४ लो (क नो)_६ + ह_२ = पां_३ लो (क नो)_६ + २ पां ह$$

प्रक्रियामें जनित पांशुज हरिद्से यह स्फटिकीकरण द्वारा पृथक् कर लिया जाता है। इसके बड़े बड़े लाल रवे होते हैं। यह पानीमें घुलकर पीत भूरा रंग देता है पर हलके घोलका रंग नीबूके समान पीला होता है। इसमें प्रबल ओषद्कारक गुण होते हैं। क्षारीय घोलोंमें यह गुण और प्रबल हो जाता है। राग एकार्ध ओषिदको दाहक पांशुज क्षारके घोलमें पांशुज रागेतमें परिणत कर देता है:-

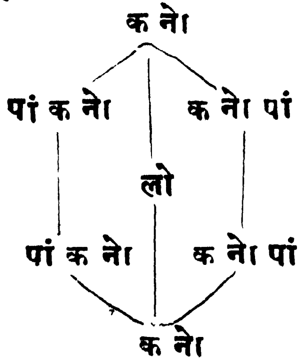
$$रा_२ ओ_३ + ६ पां_३ लो (क नो)_६ + १० पां ओ उ = ६ पां_४ लो (क नो)_६ + २ पां_२ रा ओ_४ + ५ उ_२ ओ$$

समस्त लोहस लवण जैसे लोहस गन्धेत पांशुज लोही श्यामिदके साथ नीला रंग देते हैं पर सब लौहिक लवण पांशुज लोहो श्यामिद्के साथ नीला रंग देते हैं। प्रक्रियामें लोहो लोहिक श्यामिद बनता है।

$$(१)\ पां_३ लो (क नो)_६ + लो ग ओ_४ = पां लो [लो (क नो)_६] + पां_२ ग ओ_४$$

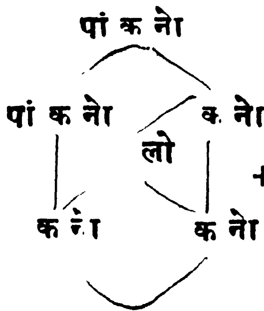
$$(२)\ पां_४ लो (क नो)_६ + लो ह_३ = लो पां [लो (क नो)_६] + ३ पां ह$$

इस प्रकार दोनों अवस्थाओं पांशुज लोहिक लोहो श्यामिद नामक यौगिक बनता है। संगठनके हिसाब



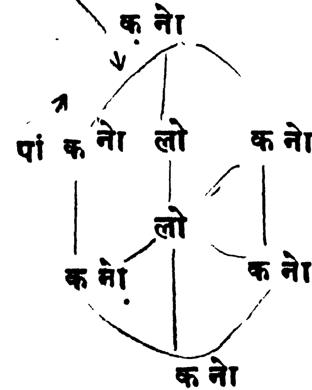
I पांशुज लोहो श्यामिद

$पां_४ लो (क नो)_६$



II पांशुज लोही श्यामिद

$पां_३ लो (क नो)_६$



पांशुज लोहिक लोहो श्यामिद

लो पां [लो (क नो)_६]

से पहले समीकरण द्वारा प्राप्त यौगिकको पांशुज लोहो लोहिक श्यामिद और दूसरे समीकरण द्वारा प्राप्त यौगिकको पांशुज लोहिक लोहो श्यामिद कहना चाहिये। पर वास्तवमें दोनों यौगिक एक ही हैं। दोनोंके रूपको चित्र द्वारा इस प्रकार समझाया जा सकता है। पांशुज लोहो श्यामिदमें लोहम् द्विशक्तिक है और पांशुज लोहो श्यामिदमें यह एक शक्तिक है—

यदि लोहिक हरिदकी अधिक मात्रा विद्यमान हो तो अनघुल प्रशियन नील (prussian blue) नामक पदार्थ मिलता है—

लो ह$_3$ + ३ लो पां लो (क नो)$_6$ = ३ पां ह

+ लो$_4$ [लो (क नो)$_6$]$_3$ प्रशियननील

पांशुज लोहो श्यामिदके समान सैन्धक लोहो श्यामिद, सै$_4$ लो (क नो)$_6$ भी बनाया गया है।

सैन्धक नोषो प्रूशिद—सै$_2$ लो (न ओ) (क नो)$_5$ — पांशुज लोहो श्यामिदको ५० प्रतिशत नोषिकाम्लके साथ गरम करनेसे भूरा घोल प्राप्त होता है। थोड़ी देर गरम करनेके बाद जब घोल लोहस गन्धेतसे स्लेटके रंगका अवक्षेप देने लगे, द्रवको ठंडा करते हैं। प्रक्रियामें जनित पांशुज नोषेतके रवे पृथक् कर लेते हैं। तत्पश्चात् घोलको सैन्धक कर्बनेतसे शिथिल करते हैं। छने हुए घोलको वाष्पीभूत करने से लाल रवे सैन्धक नोषो प्रूषिद के प्राप्त होते हैं। इसे सैन्धक लोहो श्यामिद समझना चाहिये जिसका एक सैन्धक श्यामिद, सै क नो, मूल नोषोसो मूल, नो ओ से स्थापित हो गया है।

पांशुज कोबल्टो श्यामिद—पां$_4$ को (क नो)$_6$ — किसी कोबल्ट-लवणके घोलमें पांशुज श्यामिदका घोल डालनेसे भूरा—श्वेत अवक्षेप आता है। पांशुज श्यामिदकी अधिक मात्रा डालनेसे यह अवक्षेप घुल जाता है। घोलमें मद्य डालनेसे पांशुज कोबल्टो श्यामिद अवक्षेपित किया जा सकता है। यदि इसके घोलमें थोड़ासा सिरकाम्ल या उदहरिकाम्ल डाल कर किसी प्यालीमें उबाला जाय तो इसका ओषदीकरण हो जाता है। इस प्रकार पांशुज कोबल्टी श्यामिद पां$_3$ को (क नो)$_6$ बन जाता है।

२ पां$_4$ को (क नो)$_6$ + उ$_2$ ओ + ओ

= २ पां$_3$ को (क नो)$_6$ + २ पां ओ उ

कोबल्टी श्यामिदके पीले स्थायी रवे होते हैं जो पांशुज लोहो श्यामिदके समरूपी हैं। इसमें ताम्रगन्धेत डालनेसे ताम्रकोबल्टो श्यामिद, ता$_3$ [को (क नो)$_6$]$_2$ का नीला अवक्षेप तथा रजत नोषेत डालनेसे रजतकोबल्टो श्यामिदका श्वेत अवक्षेप आता है। इसमें उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे रवेदार कोबल्टीश्यामिकाम्ल, उ$_3$ को (क नो)$_6$ मिल जावेगा।

पांशुज कोबल्टी नोषित—पां$_3$ को (नो ओ$_2$)$_6$ — कोबल्टस गन्धेतके घोलको सिरकाम्लसे अम्लित करके पांशुज नोषित डालनेसे पांशुज कोबल्टी नोषित का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है जो जलमें थोड़ा सा घुलनशील है।

पांशुज नकल-श्यामिद—लोहम् और कोबल्टम्की अपेक्षा नकलम्का प्रवृत्ति संकीर्ण यौगिक बनानेकी बहुत ही कम है। नकलम् लवणके घोलमें पांशुज श्यामिद डालनेसे लाल रंगका एक द्विगुण लवण बनता है जो अम्लों द्वारा शीघ्र विभाजित हो जाता है। इसका सूत्र न (क नो)$_2$ २ पां क नो अथवा पां$_2$ न (क नो)$_4$ माना जा सकता है। पांशुज नोषित के साथ भी एक द्विगुण लवण न (नो ओ$_2$)$_2$, ४ पां-नो ओ$_2$ बनता है।

नकलम्के किसी लवणमें अमोनिया डाल कर द्विदारीलमधुओषिम (Dimethyl glyoxime) का घोल डालनेसे लाल रंग या अवक्षेप आता है। इस विधिसे सूक्ष्मसे सूक्ष्म नकलम्की मात्राकी पहिचानकी जा सकती है।

कोबल्टामिन (cobaltammines)

कोबल्टम्के लवण अमोनियाके संसर्गसे भिन्न भिन्न परिस्थितियोंमें अनेक प्रकारके संकीर्ण यौगिक देते हैं जिन्हें कोबल्टामिन कहा जाता है।

ऐसे यौगिक ताम्रम्, रजतम्, परराप्यम आदि तत्वों के भी पाये जाते हैं। ताम्र गन्धेतके घोलमें अमोनिया डालने पर पहले तो ताम्र उदौषिदका अवक्षेप आता है पर और अधिक अमोनिया डालनेसे यह अवक्षेप घुल जाता है और चटकीला नीला घोल प्राप्त होता है जिसमें मद्य डालनेसे ताम्र-अमोनियम-गन्धेत ता ग ओ$_४$, ४ नो उ$_३$ उ$_२$ ओ के रवे प्राप्त होते हैं। इस प्रकार ताम्र अमोनियम हरिद ता ह$_२$ ४ नो उ$_३$ उ$_२$ ओ भी पाया जाता है। रजतहरिदका अवक्षेप अमोनिया डालनेसे घुल जाता है और घोलमें रजत अमोनियम हरिद, र नो उ$_३$ ह बन जाता है।

कोबल्टम् अमोनियाके साथ अनेक प्रकारके यौगिक देता है जिनमें निम्न मुख्य हैं। इन यौगिकों को कोबल्टामिन कहते हैं।

पीत कोबल्टिक हरिद (luteocobaltic chloride) (नो उ$_३$)$_६$ को ह$_३$ - कोबल्टस हरिदके घोलमें अमोनियम हरिद और अमोनिया डालकर वायुमें खुला छोड़ने पर या अरुणन् अथवा सीसपरौषिद से प्रभावित करनेसे इसके लाली लिये हुए पीले रवे प्राप्त होते हैं।

गुलाबी कोबल्टिक हरिद (roseo cobaltic chloride) - उ$_२$ ओ (नो उ$_३$)$_५$ को ह$_३$, यदि कोबल्टस हरिदमें केवल अमोनिया छोड़ा जाय, और घोलको उदहरिकाम्ल द्वारा अवक्षेपित किया जाय तो गुलाबी-कोबल्टिक हरिद मिलेगा।

लाल कोबल्टिक हरिद (purpureo cobaltic chloride) - (नो उ$_३$)$_५$ को ह$_३$ - गुलाबी कोबल्टिक हरिदके अम्लीय घोलको उबाला जाय तो लाल रंगका अवक्षेप आता है जो लाल कोबल्टिक हरिदका है।

इस यौगिक पर नोषकाम्लका प्रभाव डालनेमें कोबल्टिक हरिदके कुछ हरिन् नोषो मूलों - नो ओ$_२$ - से स्थापित हो जाते हैं और निम्न दो यौगिक बनते हैं।

केशर कोबल्टिक हरिद - Croceo cobaltic chloride - (नो उ$_३$)$_४$ को ह$_२$ नो ओ$_२$

पलाश कोबल्टिक हरिद - Xantho cobaltic chloride - (नो उ$_३$)$_५$ कोह (नो ओ$_२$)$_२$

इनके अतिरिक्त अन्य बहुतसे कोबल्टामिन हैं :—

१. षष्ठामिन कोबल्टिक हरिद —
[को (नो उ$_३$)$_६$] ह$_३$

जलो पंचामिन कोबल्टिक हरिद —
[उ$_२$ ओ को (नो उ$_३$)$_५$] ह$_३$

त्रिजलो पंचामिन कोबल्टिक हरिद —
[(उ$_२$ ओ)$_३$ को (नो उ$_३$)$_३$] ह$_३$

इन यौगिकोंमें धनमूल त्रिशक्तिक है और कोबल्ट सदा ६ मूलोंसे संयुक्त है।

२. हरो पंचामिन कोबल्टिक हरिद —
[ह. को (नो उ$_३$)$_५$] ह$_२$

हरो जलो चतुरामिन कोबल्टिक हरिद —
[ह, उ$_२$ ओ, को (नो उ$_३$)$_४$] ह$_२$

हरो त्रिजलो द्वि-अमिन कोबल्टिक हरिद —
[ह, (उ$_२$ ओ)$_३$ को (नो उ$_३$)$_२$] ह$_२$

इन यौगिकमें धनमूल द्विशक्तिक है।

३. १.६ द्विहरो चतुरामिन कोबल्टिक लवण
१.२ ... ...

(पीत) / (नील) } [ह$_२$ को (नो उ$_३$)$_४$] ह

इनमें धनमूल एक शक्तिक है।

४. १ २. त्रिनोषो त्रिअमिन कोबल्टम् / १.२.३ .. .. }
[(नो ओ$_२$)$_३$ को (नो उ$_३$)$_३$]

इनमें धनमूल अशक्तिक है।

इन यौगिकोंके विषयमें वर्नरका सिद्धान्त महत्वका माना जाता है।

———

सत्ताइसवाँ अध्याय

रुथेनम् और परारौप्यम् समुदाय

(Ruthenium and platinum groups)



यह कहा जा चुका है कि आवर्त्त संविभाग के अष्टम परिवर्तन समूहमें तीन समुदाय हैं। एक समुदायमें लोहम्, कोबल्टम् और नकलम् ये तीन धातुएँ हैं जिनका उल्लेख पहले किया जा चुका है। दूसरे समुदाय में रुथेनम्, ओड्रम् और पैलादम् तीन धातु तत्त्व हैं और तीसरे समुदायमें वासम्, इन्द्रम् और परारौप्यम् ये तीन तत्त्व हैं। दूसरे समुदायका नाम रुथेनम् समुदाय और तीसरे का परारौप्यम् समुदाय है। अब हम इन समुदायोंका वर्णन देंगे।

निम्न सारिणीसे इन समुदायोंके तत्त्वोंके भौतिक गुण स्पष्ट हैं :—

तत्त्व	संकेत		परमाणुभार	घनत्व	द्रवांक	क्वथनांक	आपेक्षिकताप
रुथेनम्	थे	Ru	१०१·७	१२·३	१९०० ?	२५२० ?	·०६१
ओड्रम्	ड्र	Rh	१०२·९	१२·४४	१९०७	२५०० ?	·०५८
पैलादम्	पै	Pd	१०६·७	११·४	१५४९	२५४०	·०५९
वासम्	वा	Os	१९०·९	२२·५	२२००	—	·०३१
इन्द्रम्	इ	h	१९३·१	२२·४१	२२९०	२५५०	·०३२३
परारौप्यम्	प	Pt	१९५·२	२१·५	१७१०	२४५०	·०३२४

इन सब तत्त्वोंमें परारौप्यम् तत्त्व ही अधिक प्रसिद्ध है। अब हम एक एक तत्त्वका उल्लेख करेंगे।

रुथेनम् (Ruthenium) थे, Ru

यह परारौप्यम् और वासम् के खनिजोंमें पाया जाता है। इसका एक खनिज लौराइट, थे$_2$ ग$_3$, भी है जो गन्धिद है। यह मुख्यतः ओस्मिरीडियम् (वासम् और इन्द्रम्का खनिज) में से धातु रूपमें प्राप्त किया जाता है। इस खनिज में ५७.८ प्रतिशत इन्द्रम्, २५·८ % वासम् और ६·३७ % रुथेनम् होता है। ०·६३ % ओड्रम् और तांबे एवं लोहेकी भी कुछ मात्रायें इसमें रहती हैं खनिज या धातु संकरको दस्तम् धातुके

साथ गलाया जाता है। गलित पदार्थको फिर उदहरिकाम्ल द्वारा प्रभावित करते हैं। और फिर शेष पदार्थके एक भाग या ३ भाग भार-परौषिद और एक भाग भार-नोषेतके साथ मिला कर तपाते हैं। तदुपरान्त ठंडा करके बन्द बोतलमें हलके उदहरिकाम्लमें सावधानीसे छोड़ते हैं और मिश्रण को खूब ठण्डा करते हैं। प्रक्रियामें वास-चतुरोषिदकी विषैली वाष्पें निकलती हैं जिनसे सावधानी रखनी चाहिये। जब प्रक्रिया शान्त पड़ जाय तो एक भाग नोषिकाम्ल और २ भाग गन्धकाम्लके साथ मिश्रणको भली प्रकार हिलाया जाता है। इस प्रकार भार-गन्धेत अवक्षेपित हो जाता है जिसे छानकर पृथक् कर लेते हैं। फिर छने हुए द्रव का स्रवण करते हैं। स्रवित पदार्थमें वासम धातुके उड़नशील ओषिद होते हैं। जो भाग अस्रवित रह आता है उसमें दो तीन भाग अमोनियम् हरिद मिलाया जाता है और थोड़ासा नोषिकाम्ल डाल कर जलकुंडी पर सुखा लिया जाता है। तत्पश्चात् इस सूखे पदार्थको अमोनियम हरिद-द्वारा-अर्धसम्पृक्त जलसे धोते हैं जब तक कि धोवन नीरंग न हो जावे। इस प्रक्रियाके करनेके बाद शेष पदार्थमें रुथेनम्से युक्त अमोनियम-इन्द्रम्-हरिद रह जाता है। इसे भस्म करने के बाद चांदीकी प्यालीमें २ भाग शोरा और एक भाग दाहक सैन्धक क्षारके साथ गलाते हैं। गलित भागको पानीमें घोलनेसे पांशुज रुथेनेत लवणका नारंगी-लाल रंगका घोल प्राप्त होता है। इसे फिर नोषिकाम्लसे प्रभावित करनेसे रुथेन-ओषिद पृथक् हो जाता है। इस ओषिदको उदजनकी ज्वालामें अवकरण करनेसे रुथेनम् प्राप्त हो सकता है। यह धातु कठोर और भंजनशील है। यह बड़ी कठिनतासे गलायी जा सकती है। इसे ओष-उदजन ज्वालामें गला सकते हैं। यह ओषजनसे शीघ्र संयुक्त हो सकता है। अम्लराजका इस पर प्रभाव नहीं पड़ता है पर हरिन्से यह रक्तताप पर संयुक्त हो जाता है।

रुथेन ओषिद—इसके मुख्य ओषिद, $थे_2$ $ओ_3$, $थे$ $ओ_2$ और $थे$ $ओ_4$ हैं। रुथेनम् को वायुमें गरम करनेसे $थे_2$ $ओ_3$ बनता है जो नीला चूर्ण है। रुथेन-हरिद, $थे$ $ह_3$ में क्षार डालनेसे रुथेन उदौषिद थे $(ओ उ)_3$ का श्याम-भूरा अवक्षेप आता है। रुथेन द्विगन्धिद, थे $ग_2$, या रुथेन गन्धेतको वायुमें भूंजनेसे रुथेन द्विओषिद, रु $ओ_2$, मिलता है। रुथेनम् धातु, दाहक पांशुज क्षार और पांशुज न षे के मिश्रण को भस्म करनेसे पांशुज रुथेनेत, $पां_2$ थे ओ, $उ_2$ ओ मिलता है। रुथेनम् धातुकी थोड़ी सी मात्राको ओषजनके प्रवाहमें १०००° श तक गरम करनेसे रुथेन चतुरोषिद, थे $ओ_4$, मिलता है।

रुथेन त्रिहरिद—थे $ह_3$—रुथेन धातुचूर्णको हरिन और कर्बन द्विओषिद वायव्यके मिश्रणमें ३६०°—४४०° तापक्रम पर गरम करनेसे मिलता है। रुथेन चतुरोषिदको उदहरिकाम्लके साथ वाष्पीभूत करनेसे भी यह प्राप्त होता है। प्रक्रियामें हरिन् निकलने लगती है।

रुथेन गन्धित—लौराइट खनिजमें $थे_2$ $ग_3$ होता है। रुथेनम् लवणोंके घोलमें उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे जो अवक्षेप आता है वह कई प्रकार के गन्धिदोंका मिश्रण होता है। इसे नोषिकाम्लमें घोलनेसे रुथेनिक गन्धेत, थे $(ग\ ओ_4)_2$ प्राप्त होता है।

रुथेनमके बहुतसे संकीर्ण यौगिक, जैसे पांशुज रुथेनियो-श्यामिद, $पां_4$ थे $(क\ नो)_6$, ३ $उ_2$ ओ और अमोनिकल यौगिक, थे $(नो\ उ_3)$ $(ओ\ उ)_2$ रूपके पाये जाते हैं।

ओड्म् (Rhodium) ड, Rh

यह भी परौष्यम खनिजोंके साथ पाया जाता है। और उन्हींमें से पृथक् किया जाता है। इसके तीन ओषिद, ड् ओ ड, $ओ_3$, और ड् $ओ_2$ होते हैं। धातुचूर्णको वायुके प्रवाहों गरम करनेसे ओड् एकौषिद, ड् ओ, मिलता है। ओड् नोषेत को गरम करनेसे एकार्धओषिद, $ड_2$ $ओ_3$, बनता

है। ओड्म धातु को पांशुज क्षार और शोरेके साथ गरम करनेसे द्विओषिद, ड्ओ$_2$, बनता है। इन ओषिदोंके अनुकूल उदौषिद भी पाये जाते हैं।

ओड्म धातुको हरिन्के प्रवाहमें लगातार भस्म करनेसे ओड् त्रिहरिद, ड्ह$_3$, मिलेगा। और यदि यह धातु गन्धककी वाष्पोंमें गरम किया जाय तो ओड एकगन्धिद, ड्ग, मिलेगा।

यदि ओड्म धातु पर सैन्धक हरिद की विद्यमानतामें हरिन् प्रवाहितकी जाय तो ओड-सैन्धक, हरिद, ड्ह$_3$ ३ सैह नामक द्विगुण लवण मिलता है। इस पांशुज उदौषिद की थोड़ी मात्राके साथ प्रभावित करनेसे ड्(ओ उ)$_3$ उ$_2$ ओ के पीले रवे प्राप्त होते हैं। इस उदौषिदको गन्धकाम्लमें घोलने से ओड गन्धेतड्$_2$ (ग ओ$_4$)$_3$ १२ उ$_2$ ओ के पीले रवे मिलेंगे।

पांशुज ओ ड् श्यामिद, पां$_2$ ड (क नो)$_5$ नामक संकीर्ण यौगिक भी पाया जाता है।

पैलादम् (Palladium) पै, Pd

कुछ खनिजोंमें यह शुद्ध रूपमें भी पाया जाता है। किसी खनिजके घोलमें जिसमें अन्य परगैप्यम धातु भी हों, पारदिक श्यामिद डालनेसे पैलाद द्विश्यामिद अवक्षेपित हो जाता है। इसको तप्त करनेसे पैलादम धातु मिल जाती है। यदि पैलाद द्विहरिदमें पांशुज नैलिद डाला जाय तो पैलाद-नैलिद मिलेगा जिसे उदजनके प्रवाह में गरम करनेसे भी पैलादम धातु मिल सकती है।

पैलादमके मुख्य ओषिद, पै ओ और पै ओ$_2$ हैं। धातुको ओषजन प्रवाह में ७००° – ८००° तापक्रम तक गरम करनेसे यह मिल सकता है। पांशुज-पैलाद हरिदके घोलमें सैन्धक क्षार डालनेसे पैलाद द्विओषिदका भूरा अवक्षेप आता है।

ग्रैहमने सब प्रथम यह बात देखी कि यदि रक्त तप्त पैलादम् पर उदजन प्रवाहित किया जाय तो उदजन धातुमें अधिशोषित (adsorb) हो जावेगा। उदजन-अधिशोषित पैलादम के पत्र अवकरण किया करनेके लिये बड़े उपयोगी हैं।

पैलादस गन्धिद, पैग, को शुष्क हरिन्में गरम करनेसे पैलादस हरिद, पै ह$_2$ बनता है। पैलादिक हरिद, पै ह$_4$, शुद्धावस्थामें नहीं पाया जाता है। पैलादम हरिद, पै ह$_2$, के घोलमें पांशुज हरिद डालनेसे पांशुज पैलादो हरिद, पां$_2$ पै ह$_4$ बनता है जो जलमें घुलनशील है। यदि पैलादम धातुको अम्लराजकी अधिक मात्रा घोलकर घोलमें पांशुज हरिद डाला जाय तो पांशुज पैलादी हरिद, पां$_2$ पै ह$_6$ मिलेगा। यह जलमें अनघुल है। पैलादस हरिदसे पांशुज नैलिद डालनेसे पैलादस नैलिद पै नै$_2$, का काला अवक्षेप आता है पैलादम धातुको गन्धक की वाष्पोंके साथ गरम करनेसे पैलाद एक गन्धिद, पै ग, बनता है। पैलादस उदौषिदको गन्धकाम्लमें घोलनेसे पैलादस गन्धेत, पै गओ$_4$, उ$_2$ ओ, बनता है। पैलादस लवणके घोलमें पारदिक श्यामिद डालने पैलादस श्यामिद, पै (क नो)$_2$ का पीला अवक्षेप आता है।

निम्न दो श्रेणियोंके पैलाद-अमोनियम लवण पाये जाते हैं:—

पै (नो उ$_3$)$_2$ य$_2$

पै (नो उ$_3$)$_4$ य$_2$

इनके अतिरिक्त अनेक अन्य संकीर्ण यौगिक भी मिलते हैं।

वासम् (Osmium) वा, Os

यह इन्द्रम धातुके साथ संयुक्त परगैप्यम-खनिजोंमें पाया जाता है। यह अन्य साथियोंके साथ आसानीसे पृथक किया जा सकता है क्योंकि यह सीधा ओषजनसे संयुक्त होकर उड़नशील चतुरोषिद, वा ओ$_4$, देता है रुथेनम् का वर्णन देते हुए कहा जा चुका है कि वासम अन्य धातुओंसे स्रवण द्वारा किस प्रकार पृथक कर लिया जाता है। वासमके प्राप्त घोलमें अमोनिया और अमोनियम गन्धिद डालनेसे वासगन्धिद का अवक्षेप आता है। इस अवक्षेपमें सैन्धक-हरिद डालकर मिश्रण पर हरिन प्रवाहित करने सैन्धकवासो-हरिद, सै$_2$ वा ह$_6$, प्राप्त होता है।

इसमें अमोनियम हरिद डालनेसे अमोनियम-वासो हरिद मिलेगा जिसे बन्द घरियामें गरम करनेसे वासम धातु शेष रह जावेगी।

वासम धातु रवेदार या चूर्णावस्थामें प्राप्त होती है। चूर्ण धातुको ४ भाग वंगमसे मिलाकर कोयलेकी घरियामें गरम करनेसे रवेदार वासम मिलेगा। रवेदार वासम पर अम्लराजका भी कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। पर चूर्ण वासम धूम्रित नोषिकाम्लमें शीघ्र और अम्लराजमें धीरे धीरे घुल जाता है। क्वथनांक अति उच्च होनेके कारण इस धातुका उपयोग विशेष बिजलीकी लैम्पोंमें किया जाता है।

इसके चार मुख्य ओषिद पाये जाते हैं—वासएकौषिद, वाओ, एकार्ध ओषिद, $वा_2 ओ_3$, द्विओषिद $वाओ_2$, और चतुरोषिद, $वाओ_4$। जिस श्रेणी का ओषिद तैयार करना हो उसी श्रेणीके लवलण को सैन्धक कर्बनेतके साथ कर्बन द्विओषिदके प्रवाहमें गरम करना चाहिये। इस प्रकार ओषिद मिल जायगा।

वासम्को हरिन्-प्रवाह में गरम करने से थोड़ा सा वास द्विहरिद, $वा ह_2$, मिलता है। वास चतुरोषिदको पांशुजक्षारमें घोल कर अमोनिया डालने से और फिर उदहरिकाम्ल द्वारा संपृक्त करने से पांशुज-वासो-हरिद, $पां_2 वा ह_6, ३ उ_2 ओ$, प्राप्त होता है। वास चतुरोषिदके जलीय घोलमें उदजन गन्धिद वायव्य प्रवाहित करनेसे वास गन्धिद, $वा ग_4$ मिलता है।

चतुरोषिदके क्षारीयघोलमें पांशुज श्यामिद डालनेसे पांशुज वासो श्यामिद, $पां_4 व (क नो)_6$ प्राप्त होता है।

इन्द्रम् (Iridium) $इ_r$ Ir

प्लेटिनीरीडियम् (परौप्यम् और इन्द्रम्का धातु संकर) तथा ओस्मीरीडियम् (वासम् और इन्द्रम्का धातु संकर) ये दो इन्द्रम् के मुख्य खनिज हैं। इन खनिजोंमें अन्य धातु निम्न मात्रा में हैं:—

	परौप्य-इन्द्रम् यूरालका	वास-इन्द्रम् यूरालका
इन्द्रम्	७६,८५	५५ २४
वासम्	—	२७,२३
परौप्यम्	१९.६४	१०,०८
ओडूम्	—	१,५१
रुथेनम्	—	५,८५
पैलदम्	०,४६	—
लोहा	४,१४	—
तांबा	३,१०	—

वासम्-इन्द्रम् धातु संकरसे इन्द्रम् इस प्रकार प्राप्त किया जाता है। धातु संकरको दस्तम्के साथ गलाते हैं और तब तक गरम करते हैं जब तक सब दस्तम् उड़ न जाय। इस प्रकार प्राप्त छेदीले पदार्थको पीस कर भार-नोषेतके साथ भस्म करते हैं। इस प्रकार इन्द्रम् इन्द्र-ओषिद में परिणत हो जाता है और वासम् का भार-वासेत बन जाता है। तब फिर इसे जलसे संचालित करके नोषिकाम्लके साथ उबालते हैं। ऐसा करनेसे इन्द्रम् घोलमें आ जाता है और वासम् उड़नशील चतुरोषिद बनकर उड़ जाता है। इस घोलमें भारउदौषिद डालने से इन्द्र ओषिद अवक्षेपित हो जाता है जिसे अम्ल राजमें घोल लेते हैं और इस घोलमें अमोनियम हरिद डाल कर इन्द्रम् और अमोनियम का द्विगुण हरिद प्राप्त कर लेते

हैं। इस हरिद् को भस्म करनेसे छेदीली इन्द्रम् धातु मिल जाती है।

वासम् सबसे देरमें गलनेवाली धातु है। और इसके बाद इन्द्रम् की गिनती है। ठंडी अवस्थामें इन्द्रम् भंजनशील है पर गरम अवस्थामें कुछ घन-वर्धनीय हो जाता है। यदि इन्द्र गन्धेत के मधिक घोलको प्रकाशमें खुला रखा जाय तो थोड़ी देरमें काली धातु अवक्षेपित हो जायगी। इसे श्याम-इन्द्रम् कहते हैं, यह पदार्थ वायव्यों के संयुक्त करनेमें प्रबल उत्प्रेरकका काम देता है।

इसके दो ओषिद इ$_2$ ओ$_3$, और इ ओ$_2$ होते हैं। पांशुजइन्द्र हरिद्को सैन्धक कर्बनेतके साथ रक्त-तप्त करनेसे एकार्ध ओषिद, इ$_2$ ओ$_3$, प्राप्त होता है। पांशुज इन्द्र हरिद्के घोलमें पांशुजक्षार डाल कर बन्द बोतल में रखने से पीत हरा अवक्षेप आवेगा जो त्रिओषिद, इ (ओ उ)$_4$ का है। इस ओषिद को कर्बन द्विओषिद के प्रवाहमें गरम करनेसे इन्द्र द्विओषिद, इओ$_2$, का काला चूर्ण मिलेगा।

रक्ततप्त छेदीले इन्द्रम् के ऊपर हरिन् प्रवाहित करनेसे इन्द्रस हरिद, इ ह$_3$, प्राप्त होता है। इन्द्रम् चूर्णको अम्ल राज में घोलने से इन्द्रिक हरिद, इह$_4$, मिलता है। इसके उदहरिकाम्ल घोल का संगठन उ$_2$ इह$_6$, माना जाता है। उसमें यदि पांशुजहरिद डाल दिया जाय तो पांशुज-इन्द्री हरिद, पां$_2$ इह$_6$, मिलेगा जिसके अष्टतलीय रवे होते हैं। इस इन्द्रीहरिद को उदजन गन्धिद वायव्य के साथ गरम करके घोल में पांशुजहरिद डालने से पांशुज इन्द्रो हरिद, पां$_3$ इह$_6$, ३ उ$_2$ ओ मिलेगा।

इन्द्रम् चूर्णको सैन्धक कर्बनेत और गन्धकके साथ गरम करनेसे द्विगन्धिद, इ ग$_2$, बनता है। इन्द्र एकार्ध ओषिद्के लवणके घोलमें उदजन गन्धिद प्रवाहित करनेसे इन्द्र एकार्ध गन्धिद, इ$_2$ ग$_3$ का भूरा अवक्षेप मिलेगा। इस धातुके भी बहुतसे अमोनिकल यौगिक तैयार किये गये हैं।

परौप्यम् (Platinium) प, Pt

परौप्यम्का अधिकांश भाग रूस प्रदेशके यूराल पर्वतोंमें उपलब्ध विशेष रेणुकामें से प्राप्त किया जाता है। इस रेणुकामें निम्न पदार्थ होते हैं :-

परौप्यम्	७६,४
इन्द्रम्	४,३
ओड्मम्	०,३
पैलादम्	१,४
स्वर्णम्	०,४
ताम्रम्	४,१
लोहम्	११,७
बालू	१,४
वासम् इन्द्रम्	०.५

इस मिश्रणमें से स्वर्णम् को तो पारद-मिश्रण विधिसे पारदमेल बनाकर पृथक् कर लेते हैं। तदुपरान्त शेष पदार्थको अम्लराजसे संचालित करते हैं। वासम्-इन्द्रम् अनघुल रह जाता है, शेष घोलको वाष्पीभूत करके शुष्क कर लेते हैं। शुष्क पदार्थको फिर १२५° श तक गरम किया जाता है। पैलादम् और ओड्मम्के अनघुल हरिद, पै ह$_2$ और ड् ह$_3$, बन जाते हैं। अतः इस मिश्रणको जलसे प्रभावित करने से परौप्यिक हरिद, प ह$_4$ और कुछ इन्द्र हरिद, इह$_4$ घोलमें चले जाते हैं। घोलको फिर उदहरिकाम्ल द्वारा अम्लित किया जाता है और फिर इसमें अमोनियम हरिद डालनेसे अमोनियम हरो परौप्येत, (नो उ$_4$)$_2$ प ह$_6$ अवक्षेपित हो जाता है और इन्द्रम् घोलमें ही रह जाता है। अमोनियम हरो परौप्येतको गरम करनेसे छेदीला परौप्यम् प्राप्त होता है। इसे रक्त-तप्त करके घनकी चोट देनेसे परौप्यम् धातु के ढोके बन जाते हैं। इसे ओष-उदजन ज्वालामें गलाया जा सकता है।

छेदीला परौप्यम् (Platinum sponge) छेदीला खाकी पदार्थ है जो अमोनियम हरो परौप्येत को गरम करनेसे बनता है।

हरो परौप्यिकाम्ल, उ$_2$ पह$_6$, के घोलको दस्तम् या सैन्धक पिपीलेत द्वारा अवकरण करने से परौप्यम् चूर्ण जिसे श्यामपरौप्यम् (Platinum black) कहते हैं, मिलता है। इसमें ओषजन अधिशोषित रहता है अतः यह मद्यको मद्यानार्द्रमें ओषदीकृत कर सकता है।

यदि परौप्यम् तारोंके बीचमें जलके भीतर विद्युत धारा प्रवाहित करके विद्युत चाप बनाया जाय तो कुछ परौप्यम् जलमें चला जाता है। इस प्रकार परौप्यम्का भूरा कलार्द्रघोल प्राप्त होता है। इसे कलार्द्र परौप्यम् (Colloidal platinum) कहते हैं।

यदि एसबेस्टसके तन्तुओंको तीव्र उदहरिकाम्लमें उबाल कर परौप्यिक हरिद्के घोलमें भिगोया जाय और फिर सुखा कर थोड़से अमोनियम हरिद द्वारा घरियामें गरम किया जाय (या सैन्धक पिपीलेत द्वारा अवकृत किया जाय) तो परौप्यित एसबेस्टस (Platinised asbestos) प्राप्त होता है।

परौप्यम् मटमैले श्वेत-रंगकी धातु है। इसके घनत्व आदि भौतिकगुण आरम्भ की सारिणीमें दिये जा चुके हैं। ओषउद्जन ज्वालामें यह गलाया जा सकता है और तीव्र रक्ततप्त करने पर यह पीट कर पत्राकार किया जा सकता है और इसके तार भी खींचे जा सकते हैं। कर्बन और स्फुर द्वारा रक्तताप पर यह प्रभावित होकर भंजनशील हो जाता है। इस धातु पर तीव्र नोषिकाम्ल, या उदहरिकाम्ल का प्रभाव नहीं पड़ता है पर अम्लराज में यह घुल जाता है। यह बहुत स्थायी धातु है। इसकी घरियाँ और कटोरियाँ रासायनिक प्रक्रियाओंके लिये बनाई जाती हैं। परौप्यम्की घरियाको धुएंदार ज्वालासे गरम न करना चाहिये और न मगनीस उम्म स्फुरेत को छुआ कागज़के साथ इसमें भस्म करना चाहिये क्योंकि प्रक्रिया में अवकरण द्वारा स्फुर बन जाता है जो परौप्यम् को खा जाता है। वंगम और सीसम् धातुएं परौप्यम्के साथ शीघ्र धातु-संकर बना देती हैं। उद्प्लविकाम्लका परौप्यम् पर प्रभाव नहीं पड़ता है।

परौप्यम् और सीसम् का धातु संकर नोषिकाम्लमें घुल जाता है और परौप्य नोषेत बनता है। परौप्यम्को अम्लराजमें घोलकर वाष्पीभूत करने के उपरान्त प्राप्त पदार्थको तीव्र उदहरिकाम्लसे भिगोकर फिर वाष्पीभूत करके शुष्क करनेसे हरोपरौप्यिकाम्ल,, उ$_2$ प ह$_6$, ६ उ$_2$ ओ, के लाल-भूरे रंगके रवे प्राप्त होते हैं जिन्हें साधारणतया परौप्यिक हरिद भी कहा जाता है

परौप्यमके यौगिक—परौप्यम् के यौगिक दो श्रेणियोंके होते हैं।

परौप्यस यौगिक, प क$_2$, रूपके और परौप्यिक यौगिक, प क$_4$ रूपके, इनमें परौप्यिक यौगिक अधिक उपयोगी हैं।

हरो परौप्यिकाम्ल—इसका उल्लेख ऊपर किया जा चुका है। यह प्रबल द्विभस्मिकाम्ल है। रजतनोषेत के साथ यह रजत हरोपरौप्येत, र$_2$ पह$_6$, का पीला अवक्षेप देता है।

पांशुज हरो परौप्येत, पां$_2$ प ह$_6$ जलमें केवल १·१२ प्रतिशत घुलनशील है, लाल-परौप्येत, ला$_2$-प ह$_6$, ०·१४१०/° घुलनशील है और व्योम-परौप्येत, वो$_2$ प ह$_6$ तो केवल ०·०७ प्रतिशत घुलता है अतः इन तत्त्वोंके घुलनशील लवणोंमें हरो-परौप्यिकाम्ल डालनेसे अवक्षेप आजाता है।

परौप्यिक हरिद—प ह$_4$, हरो परौप्यिकाम्लको हरिन्के प्रवाहमें ३६९° श तक गरम करनेसे यह मिल सकता है। यह भूरा रवेदार पदार्थ है। ३६०° का तापक्रम तक हरिन्में गरम करनेसे त्रिहरिद, प ह$_3$, बनता है और ५८०° श तक गरम करनेसे द्विहरिद, प ह$_2$ बनता है।

परौप्य चतुर्हरिद, प ह$_4$, को जलमें घोलनेसे पीतलाल घोल मिलता है, जो कदाचित् [प ह$_4$ (ओउ)$_2$] उ$_2$ रूपका संकीर्ण अम्ल है। परौप्यद्विहरिद जलमें अनघुल है पर यह उदहरिकाम्ल

में घुलकर हरो परशौप्यिकाम्ल का भूरा घोल देता है। हरो परशौप्यिकाम्ल पर गन्धकद्विओषिदका प्रभाव डालनेसे भी यह बनसकता है।

ओषिद और उदौषिद—हरो परशौप्यिकाम्लके घोलमें सैन्धक कर्बनेत डाल कर वाष्पीभूत करनेके उपरान्त सिरकाम्ल द्वारा प्रभावित करनेसे परशौप्यिक उदौषिद, $उ_2$ [प (ओ उ)$_6$] लाल भूरे रंग का पदार्थ मिलता है। इसे धीरे धीरे गरम करनेसे परशौप्य-द्विओषिद, प ओ$_2$, का काला पदार्थ मिलेगा।

परशौप्यो हरिदोंके घोलमें क्षार डालनेसे परशौप्यस उदौषिद, प (ओ उ)$_2$ का अवक्षेप आता है जो गरम करने पर परशौप्यस ओषिद, प ओ, देता है।

परशौप्यिक गन्धिद—प ग$_2$,—यह हरो परशौप्यिकाम्लके घोलमें उदजनगन्धिद वायव्य प्रवाहित करने से मिलता है। यह गन्धिद पीत अमोनियम गन्धिदमें घुलनशील है। परशौप्यस लवण उदजन गन्धिदके प्रवाहसे परशौप्यस गन्धिद, पग, देते हैं।

परशौप्यिक नैलिद, पनै$_4$—हरो परशौप्यिकाम्लमें पांशुजनैलिद डालनेसे लाल रंगका घोल प्राप्त होता है जिसे गरम करनेसे परशौप्यिक नैलिद अवक्षेपित हो जाता है। यह उदनैलिकाम्लके संसर्गसे नैलौ परशौप्यिकाम्ल, $उ_2$ प $नै_6$ के काले सूच्याकार रवे देता है। परशौप्यस लवणके घोल पांशुज नैलिदके साथ परशौप्यस नैलिद, प $नै_2$, देते हैं।

परशौप्यम् भी अमोनियम यौगिकोंके साथ अनेक संकीर्ण यौगिक देता है जिन्हें परशौप्यामिन कहते हैं। जैसे :—

[प (नो $उ_3$) $ह_2$) आदि

यदि हरो परशौप्यिकाम्लमें उदश्यामिकाम्ल और भार ओषिद डाला जाय, और घोलको गरम करके गन्धक द्विओषिदसे प्रभावित किया जाय तो भार-परशौप्यो श्यामिद भ प (क नो)$_4$, ४ $उ_2$ ओ, प्राप्त होता है।

घोलमें से भार गन्धेतको छान कर पृथक् कर लेते हैं और फिर इसका स्फटिकीकरण करनेसे पीला चूर्ण मिलता है। भार-परशौप्यो-श्यामिद का उपयोग रौञ्जनरश्मियोंकी पहिचानमें आता है क्योंकि यह इन रश्मियों के प्रभावसे चमकने लगता है।



अट्ठाइसवाँ अध्याय

दुष्प्राप्य पार्थिव तत्व

[The elements of the Rare Earths]



आवर्त्त संविभागके मुख्य तथा उपयोगी तत्त्वोंका वर्णन दिया जा चुका है। केवल दुष्प्राप्य वायव्य और दुष्प्राप्य पार्थिव तत्त्वोंका उल्लेख करना और बाक़ी है। संविभागके तृतीय समूहमें ५७ परमाणुसंख्याका एक तत्त्व है जिसका नाम लीनम् है। इस तत्वसे लेकर ७२ वीं परमाणु संख्या वाले तत्व तकका नाम दुष्प्राप्य पार्थिव तत्व है। ये पदार्थ दुष्प्राप्य इस लिये कहे जाते हैं कि पहले लोगोंका यह विचार था कि भूमि तलमें ये बहुत थोड़ी ही मात्रामें विद्यमान हैं। पर अब पता चला है कि ये तत्त्व भी बहुतायतसे विस्तृत हैं और इन्हें अब दुष्प्राप्य मानना अधिक उचित नहीं है।

इन तत्वोंकी विशेषता यह है कि लगभग सब के सभी आवर्त्त संविभागके एक ही समूहमें रखे जा सकते हैं, इन सबकी संयोग शक्ति ३ या ४ है और परस्परमें सबके गुण इतने मिलते जुलते हैं कि एकदूसरेको पृथक् करना अत्यन्त कठिन काम है। 'परमाणु-संख्या' वाले नियमके पता चलनेके पूर्व किसीको यह दृढ़ निश्चय न था कि वास्तवमें प्रकृतिमें इस प्रकारके दुष्प्राप्य पार्थिक तत्व कितने होंगे। इनकी खोजका इतिहास बड़ा ही मनोरंजक है। रसायनज्ञोंने अनेक तत्वोंकी घोषणायें कीं जो बाद को परीक्षा करने पर यौगिक सिद्ध हुए। इस प्रकार अनेक प्रयासोंके पश्चात् अब लीनम् (परमाणु सं० ५७) और हेफनम् (परमाणु सं० ७२) के बीचमें १३ तत्वोंकी खोज और हुई है। केवल तत्व संख्या ६१ की स्थिति अभी सन्देह जनक है। ये तत्व मुख्यतः स्कैण्डिनेवियन प्रायद्वीपके पार्थिव पदार्थोंमें पाये जाते हैं। यूराल पर्वतों तथा अमरीका और अस्ट्रेलियाके कुछ स्थानोंमें भी ये मिलते हैं। परमाणु संख्या ३९ वाले यित्रम् तत्वकी भी गिनती बहुधा इन्हीं तत्वोंके साथकी जाती है। सुविधाके लिये इन दुष्प्राप्य पार्थिव तत्वोंको तीन समूहों में विभाजित किया गया है :—

१. सृजकम् समूह २. टेरबम् समूह
३. यीत्रबम् समूह

नीचे की सारिणी में इन तत्वोंके यौगिक गुण दिये जाते हैं। (देखो सारिणी १)

इन तत्वोंको मैण्डलीफके आवर्त संविभागमें कहां स्थान देना चाहिये, यह विवादास्पद विषय है। इन पार्थिव तत्वोंका उपयोग भी बहुत कम होता है। कोई ५० वर्ष पूर्व तो ये बिलकुल निरर्थक ही समझे जाते थे पर कुछ दिनोंसे इनका उपयोग गैस-दीपकोंके प्रावार (mantles) में किया जाने लगा है। इस व्यवसायमें इनका उपयोग होनेके कारण इन तत्वोंका महत्व बढ़ गया है और ये अब व्यापारिक मात्रामें तैयार किये जाते हैं।

सृजकम् समूहके पार्थिव तत्वोंका परमाणुभार ज्यों ज्यों बढ़ता जाता है, उनका घनत्व भी बहुधा बढ़ जाता है। लीनम् वंगम्के समान श्वेत धातु है, सृजकम्का रंग लोहेका सा होता है, नौलीनम्में थोड़ासा पीलापन होता है तथा पलाशलीनम् पीला होता है। इन तत्वोंकी कठोरता दस्तम्, सीसम् तथा वंगम्की अपेक्षा निम्न श्रेणी द्वारा प्रकटकी जा सकती है—

सीसा, वंगम्, सृजकम्, लीनम्, दस्तम्, नौलीनम्, पलाशलीनम्। सामरम् इन सब तत्वोंमें अधिक कठोर है।

रासायनिक गुण

रासायनिक रूपमें ये तत्व विशेष क्रियावान्

(सारिणी १)

तत्व	संकेत		परमाणु संख्या	परमाणु भार	घनत्व	द्रवांक	आपेक्षिकताप
सृजकम् समूह							
लीनम्	ली	La	५७	१३६·०	६·१२	८१०	०.०४५
सृजकम्	सृ	Ce	५८	१४०·२१	६·६८	६२३	०.०४५
पलाशलीनम्	श्ल	Pr	५९	१४०·९	६·४८	९४०	—
नौलीनम्	नौ	Nd	६०	१४४·३	६·९६	८४०	—
—?	—	—	६१	—	—	—	—
सामरम्	सा	Sm	६२	१५०·४	७·८	१३५०	—
टेरबम् समूह							
यूरोपम्	यू	Eu	६३	१५२.०	—	—	—
गन्दलनम्	गं	Gd	६४	१५७.३	—	—	—
टेरबम्	टे	Tb	६५	१५९.२	—	—	—
यीत्रबम् समूह							
दारुणम्	दा	Dy	६६	१६२.५	—	—	—
हौल्मम्	हौ	Ho	६७	१६३.५	—	—	—
परबम्	प	Er	६८	१६७.७	४.७७ ?	—	—
थूलम्	थू	Tm	६९	१६८.५	—	—	—
यीत्रबम्	यी	Yb	७०	१७३.५	—	—	—
लुटेशम्	लु	Lu	७१	१७५.०	—	—	—
हेफनम्	हे	Hf	७२	१७८.० ?	—	—	—
यित्रम्	य	Y	३९	८९.३३	३.८ ?	—	—

हैं। और अनेक अन्य तत्वोंसे एकदम संयुक्त हो सकते हैं।

वायुमें ये जल सकते हैं। सृजकम् तो इतनी तीव्रतासे जलता है कि मगनीसम् भी इसकी समता नहीं कर सकता है। प्रक्रियामें ध$_2$ ओ$_3$ रूपके ओषिद बनते हैं। [ध से तात्पर्य्य किसी पार्थिव धातु तत्वसे है]। कुछ धातु तो ध ओ$_2$ रूपका उच्च ओषिद भी देते हैं। सृजक एकार्ध ओषिद, सृ$_2$ ओ$_3$, अस्थायी है, पर सृजक द्विओषिद, सृ ओ$_2$ अति स्थायी है। पर पलाशलीनम्का द्विओषिद अस्थायी है। टेरबम् और नौलीनम्के—टे$_4$ ओ$_7$ और नौ$_2$ ओ$_2$—ओषिद भी होते हैं।

इन ओषिदोंके बनानेकी दो विधियाँ हैं। एक तो इन धातुओं के नोषतोंको गरम करके जैसे सृजकस नोषेत गरम करनेसे सृ$_2$ ओ$_3$ मिलता है, और दूसरे इनके उदोषिदोंको गरम करनेसे। पर इन दोनों विधियोंसे प्राप्त ओषिद परस्पर रासायनिक गुणोंमें भिन्न होते हैं—यह एक विचित्र बात है।

इन ओषिदोंमें। सामान्य क्षारीय—गुण होते हैं। निम्न श्रेणी द्वारा इनकी सापेक्ष क्षारता पता चल सकती है। पहला ओषिद, ली$_2$ ओ$_2$, सबसे अधिक क्षारीय है :—

ली$_2$ ओ$_3$, श्ल$_2$ ओ$_3$नौ, न$_2$ ओ$_3$, सृ$_2$ ओ$_3$, य$_2$ ओ$_3$, सा$_2$ ओ$_3$, गं$_2$ ओ$_3$, टे$_2$ ओ$_3$, हौ$_2$-ओ$_3$, ए$_2$ ओ$_3$, थू$_2$ ओ$_3$, यी$_2$ ओ$_3$, सृ ओ$_2$।

लीन ओषिद, गुणोंमें खटिक ओषिदके समान है। जलके संसर्गसे इसमें सनसनाहट पैदा होने लगती है, और वायुमें से यह कर्बन द्विओषिद ग्रहण कर लेता है। यीत्रबम् समूहके ओषिद इन गुणोंमें कम प्रबल है। सृजकम् समूहके त्रिशक्तिक ओषिद सबसे अधिक क्षारीय हैं। प्रबल अम्लों द्वारा बने हुए इनके लवणों का उदविश्लेषण नहीं होता है।

ये दुष्प्राप्य पार्थिव तत्व उदजन और नोषजनसे भी एकदम संयुक्त हो सकते हैं। इनके उदिदोंका सामान्य रूप ध उ$_2$ या ध उ$_3$ है। धातुओंको २००°—३००° श तापक्रम तक गरम करके उनके ऊपर उदजन प्रवाहित करनेसे ये मिल सकते हैं। उदजनके प्रवाहमें इन धातुओंके ओषिदोंको मगनीसम् द्वारा प्रभावित करनेसे भी ये उदिद तैयार हो सकते हैं। यदि मगनीसम् की विद्यमानतामें इन ओषिदोंके ऊपर नोषजन प्रवाहित किया जायगा तो नोषिद, ध नो, रूपके बनेंगे—

ली$_2$ ओ$_3$ + ३ म + ३ उ$_2$ = २ ली उ$_3$ + ३ म ओ

ली$_2$ ओ$_3$ + ३ म + नो$_2$ = २ ली नो + ३ म ओ

इन धातुओंके कर्बिदों पर अमोनियाका प्रभाव भी डालनेसे भी नोषिद मिल सकते हैं।

२ ली क$_2$ + २ नो उ$_3$ = २ ली नो + २ क$_2$उ$_2$ + उ$_2$

ये कर्बिद साधारणतः ध क$_2$ रूपके होते हैं। कर्बनकी उपस्थितिमें धातु-ओषिदों का विद्युत्-अवकरण करनेसे ये प्राप्त होते हैं। जलके संसर्गसे ये खटिक कर्बिदके समान सिरकीलिन गैस देते हैं।

खनिज और धातु उपलब्धि

इन दुष्प्राप्य पार्थिव तत्वोंके मुख्य खनिज ये हैं :—

सेराइट (सृ तकित)—उ$_2$ (ख, लो) सृ$_3$शै$_3$ओ$_{13}$

गेडोलिनाइट—(लो, बे)$_2$ य$_2$ शै$_2$ ओ$_{10}$

इनके अतिरिक्त फर्गुसोनाइट, टैण्टेलाइट, सामरस्काइट, इत्यादि अनेक अन्य खनिज भी हैं।

एक ही खनिजमें अनेक दुष्प्राप्य तत्त्व साथमें मिले रहते हैं। अतः उनको पृथक् करना बड़ी ही कठिन समस्या है, विशेषतः जब कि इन सबके गुण परस्परमें अधिकांशमें मिलते जुलते हैं। इन धातुओंके पृथक् करने के लिये चार बातें करनी पड़ती हैं:—

[क] खनिज को पहले विभाजित करते हैं और इसके दुष्प्राप्य पार्थिवोंको अलग करके काष्ठेतोंमें परिणत करते हैं। ये काष्ठेत अनघुल होते हैं।

[ख] इन अनघुल पार्थिव-काष्ठेतोंको घुलनशील लवणोंमें परिणत करते हैं।

[ग] इन घुलनशील लवणोंका पांशुजगन्धेतके साथ द्विगुण लवण बनाया जाता है। घुलन-

शीलताके हिसाबसे इन द्विगुण लवणों को तीन भागोंमें विभाजित करते हैं। इस प्रकार सृजकम् समूह, टेरबम् समूह और यीत्रबम् समूह पृथक् हो जाते हैं।

[घ] इतना करनेके बाद प्रत्येक समूहके तत्वों को अलग किया जाता है।

इन चारों प्रक्रियाओं की सामान्य विधि सूक्ष्म-रूपमें यहाँ दी जावेगी—

[क] प्रकृतिमें दुष्प्राप्य पार्थिवोंके खनिज बहुधा शैलीतोंके रूपमें पाये जाते हैं। खनिजको तीव्र उदहरिकाम्ल अथवा गन्धकाम्लके साथ उबाल कर टुकड़े टुकड़े कर लिया जाता है। चूर्ण पदार्थ को जल द्वारा संचालित करते हैं। मिश्रणको छाननेसे पार्थिव तत्व घुलनशील लवण बनकर छाननमें आजाते हैं। पार्थिव तत्वोंके अतिरिक्त घोलमें तांबा, विशद, सुनागम्, लोहम्, थोरम् आदि तत्व भी होते हैं। घोलमें उदजन गन्धिद प्रवाहित करके द्वितीय समूही तत्व अवक्षेपित कर लिये जाते हैं। इन्हें अलग करके लोहस-लोहेको हरिन के प्रवाह द्वारा लोहिक कर लेते हैं और फिर अमो-नियम काष्ठेत डाल कर पार्थिव तत्व और थोरम् तत्व काष्ठेत रूपमें अवक्षेपित कर लेते हैं।

[ख] इन अनघुल काष्ठेतोंको अब घुलनशील लवणोंमें परिवर्तित करते हैं। इन्हें गरम नोषिकाम्ल में घोलने से काष्ठेत घुलनशील नोषेतोंमें परिणत हो जाते हैं। अथवा काष्ठेतोंको गरम करके ओषिदोंमें परिणत कर लेते हैं और इन ओषिदों पर यथोचित अम्लोंके प्रभावसे इच्छित घुलनशील लवण बनाये जा सकते हैं। यहीं पर थोरम् धातु को भी पृथक् कर लेना चाहिये। घोलमें उदजन परौषिद प्रवाहित किया जाता है जिससे थोरम् परौषिद अवक्षेपित हो जाता है। इसे छान कर पृथक् कर लेते हैं।

[ग] इन घुलनशील पार्थिव लवणों का पांशुज गन्धेतके साथ द्विगुण लवण बनाते हैं। घुलन-शीलताके हिसाबसे ये निम्न तीन समूहोंमें विभा-जित कर लिये जाते हैं:—

१. सर्वथा अनघुल द्विगुणलवण—स्कन्दम्, सृजकम्, लीनम्, पलाशलीनम्, नौलीनम्, और सामरम्।

२. घुलनशील द्विगुण लवम्—यूरोपम्, गन्दा लनम्, और टेरबम्।

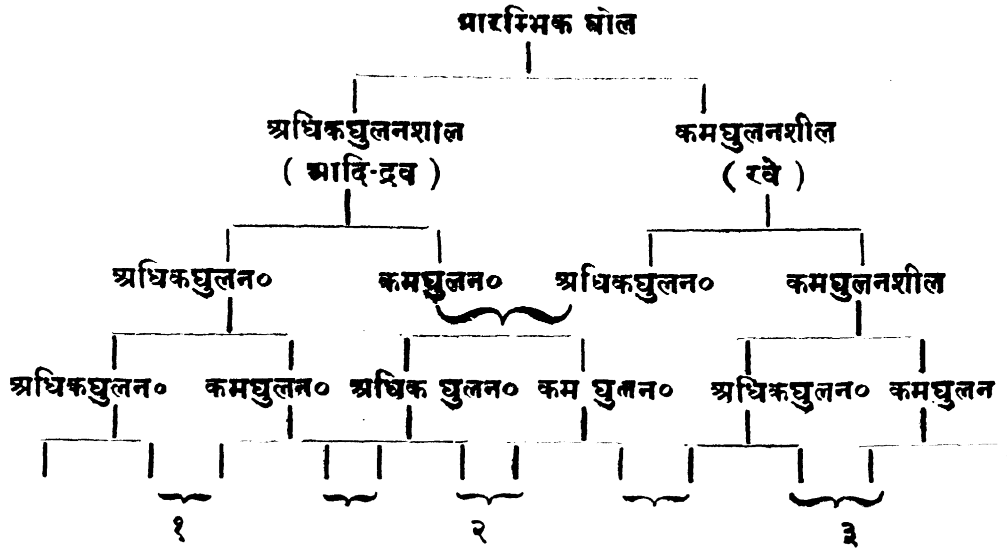
३. अति घुलनशील द्विगुण लवण-दारुणम् हौलमम्, परबम्, थूलम्, यित्रम्, यीत्रबम्।

[घ] इस प्रकार तीन समूहोंमें विभाजित करने के बाद अब प्रत्येक समूहके तत्व अलग अलग किये जाते हैं। ऐसा करनेके दो उपाय हैं। सिद्धान्त यह है कि (१) प्रत्येक तत्वके घुलनशील यौगिकों की घुलनशीलता कुछ न कुछ भिन्न होती है। अतः सावधानीसे स्फटिकी करण करके इन्हें पृथक् किया जा सकता है। (२) प्रत्येक तत्वोंके ओषिदों की क्षारता भिन्न भिन्न होती है। कुछ ओषिद कम क्षारीय होते हैं और कुछ अधिक। इन दोनों सिद्धान्तोंके अनुसार तत्व इस प्रकार पृथक् किये जाते हैं:—

(१) घुलन शीलताके आधार पर-घुलनशील लवणोंको सुविधानुसार रागेत, गन्धेत, नोषेत, काष्ठेत या पिपीलेतमें परिणत किया जाता है। सब पार्थिव यौगिकों को पानीमें घोला जाता है। तत्पश्चात् घोलको इतना सुखाया जाता है कि उसमें घुले हुए भागका आधा रवेके रूपमें पृथक् हो जाता है। इन रवों को पृथक् कर लेते हैं। शेष घोल को फिर इतना सुखाते हैं कि बचे हुए घुलनशील लवण आधे फिर पृथक् हो जाते हैं। इस प्रकार कई बार करते रहते हैं। प्रत्येक प्रक्रियामें दो भाग मिलते हैं एक रवेदार ठोस भाग और दूसरा आदि द्रव (mother liqour)। इसके बाद ऐसा करते हैं कि एक प्रक्रियामें प्राप्त आदि-द्रवको किसी दूसरी प्रक्रिया में प्राप्त ठोस भाग से मिला देते हैं।

इस प्रकार ठोस भाग और आदि द्रवोंकी

अदला बदली करके स्फटिकीकरण करते रहते हैं। एक भागमें एक तत्त्वके यौगिककी मात्रा बढ़ती जाती है और दूसरे भागमें दूसरे तत्त्वके यौगिक की। इसे इस प्रकार स्पष्ट कर सकते हैं:—



इसमें कोष्ठों द्वारा उन भागों को दिखाया गया है जो परस्पर मिला दिये गये थे और फिर जिनका स्फटिकीकरण किया गया। इस आयोजना को देखने से पता चलेगा कि सबसे अधिक घुलनशील यौगिक बायीं ओर (१) इकट्ठे होते जारहे हैं और सबसे कम घुलनशील दाहिनी ओर (३)। बीच वाली घुलनशीलताके यौगिक बीचमें हैं। इस विधिसे अनेक दुष्प्राप्य पार्थिव तत्त्व पृथक् किये जासकते हैं।

(२) क्षारताके आधार पर—इस आधार पर दो विधियाँ निकाली गई हैं — (i) आंशिक अवक्षेपण-के हिसाबसे और (ii) तापद्वारा भिन्न अवस्थामें नोषितोंके विभाजनके हिसाबसे।

(i) पहली विधि इस प्रकार समझी जासकती है। मानलो कि किसी घोलमें च और छ दो पदार्थ हैं और यदि इनके मिश्रणमें तीसरा पदार्थ ज ऐसा छोड़ा जाय जो इन दोनों को अवक्षेपित करसकता हो तो ज की अधिक मात्रा डालनेसे तो दोनों च और छ अवक्षेपित हो जावेंगे। पर ज की कम मात्रा डालनेसे दोनों एक ही मात्रामें अवक्षेपित न होंगे। यदि ज का च के प्रति अधिक आकर्षण होगा तो छ की अपेक्षा च के अधिक अवक्षेपित होने की सम्भावना होगी। पर यदि ज का छ के प्रति च की अपेक्षा अधिक आकर्षण है तो छ अधिक अवक्षेपित होगा, यह आकर्षण दोनों तत्त्वोंके ओषिदोंकी क्षारता पर निर्भर है। इस प्रकार अवक्षेपण प्रक्रियाको कई बार दोहराने से सबसे अधिक क्षारता वाला पदार्थ अवक्षेपित रूपमें अन्तमें प्राप्त होगा। इस विधिमें मगनीसिया, अमोनिया, सैन्धक या पांशुजदाहक क्षार आदि रसोंका प्रयोग किया जाता है। अवक्षेप प्राप्त किये जाते हैं और उन्हें फिर घोला जाता है। अन्तमें शुद्ध पदार्थ मिल जाता है।

(ii) इस विधिमें काष्ठेतोंके मिश्रणको नोषेतोंमें परिणत करते हैं। फिर मिश्रणका द्रवांक घटानेके लिये सैन्धक या पांशुज नोषेत की कुछ मात्रा और मिला देते हैं, मिश्रण को अब गलाया जाता है। गलाने पर नोषेत विभाजित होकर ओषिदोंमें परिणत होने लगते हैं। सबसे कम क्षारीय गुणों

वाले ओषिद सबसे पहले पृथक् होते हैं। इस विधि को कई बार दोहरानेसे पार्थिव तत्व पृथक किये जा सकते हैं।

अबतक जो कुछ कहा गया है वह इन तत्वोंके पृथक् करने की विधि का सिद्धान्त रूप ही है वास्तविक प्रक्रियायें कहीं अधिक जटिल और विस्तृत हैं और रसायनज्ञोंने इनके पृथक् करनेमें अपने असीम धैर्य्य का परिचय दिया है। उर्वा, जैम्स आदि वैज्ञानिकोंने इस कार्य्यमें अपना नाम अमर कर लिया है।

सृजकम् (Cerium) सृ, Ce

दुष्प्राप्य यौगिकोंमें सृजकम् यौगिक अधिक महत्व का समझा जा सकता है। इसके यौगिक दो श्रेणियोंके होते हैं।—सृजकस यौगिक, सृ $य_3$ रूपके जिनमें सृजकम् त्रिशक्तिक है और सृजकिक यौगिक, सृ $य_4$, जिनमें सृजकम् चतुर्शक्तिक है। सृजकस यौगिक अधिक स्थायी तथा नीरंग होते हैं। पर यदि सृजकस नोषेत या काष्ठेतको गरम किया जाय तो प्राप्त ओषिद $सृ_2 ओ_3$ नहीं होता है। यह ओषदीकृत होकर सृ $ओ_2$ रूपके द्विओषिदमें परिणत होजाता है। सृजक-पकार्ध-ओषिद अस्थायी है। द्विओषिद का खटिकम् धातु द्वारा अवकरण करनेसे यह मिल सकता है। किसी सृजकम् लवणके घोलमें क्षारों का घोल डालनेसे सृजकस उदौषिद, सृ $(ओ उ)_3$ का श्वेत अवक्षेप आता है पर इसका रंग वायुके संसर्ग से शीघ्र ही लाल, बैंजनी और अन्तमें पीलाहो जाता है। यह पीला अवक्षेप सृजकिक उदौषिद, सृ $(ओ उ)_4$ का है। किसी सृजकम्-लवणके घोलमें सैन्धक उपहरित का घोल डालनेसे भी यह पीला उदौषिद अवक्षेपित किया जा सकता है।

सृजक द्विओषिदको गरम तीव्र गन्धकाम्ल द्वारा प्रभावित करनेसे पीला सृजकिक गन्धेत, सृ $(ग ओ_4)_2$ प्राप्त होता है जिसमें प्रबल ओषद-कारक गुण विद्यमान हैं। जलमें घोलने पर यह पीला घोल देता है। यह घोल उद्जन परौषिद द्वारा अवकृत हो जाता है और ओषजन निकलने लगता है। अब घोल नीरंग हो जाता है और इसमें सृजकस गन्धेत, $सृ_2 (ग ओ_4)_3$ रहता है। यह गन्धेत पांशुज गन्धेत के साथ द्विगुण लवण, $सृ_2 (ग ओ_4)_3$ $पां_2 ग ओ_4$ २ $उ_2$ ओ, देता है।

किसी सृजकस लवणके घोलमें कांष्ठिकाम्ल डालने से सृजकस काष्ठेत, $सृ_2 (क_2 ओ_4)_3$, अव-क्षेपित हो जाता है।

सृजक-द्विओषिद तीव्र उदहरिकाम्लमें कठि-नतासे घुलता है और भूरे रंगका अस्थायी घोल जिसमें सृजकिक हरिद, $सृह_4$, रहता है देता है। घोल गरम करनेसे हरिन् निकल जाता है और सृजकस हरिद, $सृह_3$, रह जाता है।

सृजकस नोषेत स्थायी श्वेत पदार्थ है पर सृज-किक नोषेत अस्थायी है। सृजकिक अमोनियम नोषेत स्थायी पीला लवण है। इसके घोलका निःश्लेषण (dialysis) करने से कलार्द्र सृजकिक उदौषिद प्राप्त होता है।

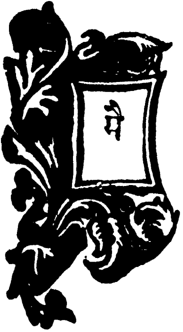


उनतीसवाँ अध्याय

शून्य समूहके तत्त्व

ELEMENTS OF ZERO GROUP

अन्वेषणका इतिहास



एडलीफ़ने जिस संविभाग-की रचना की थी उसमें शून्य समूह न था। पर हिमजन (Helium), नूतनम् (neon), आलसीम् (argon) गुप्तम् (krypton), अन्यजन (Xenon) और नीटन (Niton) नामक तत्त्वों के अन्वेषणसे एक नया शून्य समूह बनाना पड़ा। उपर्युक्त तत्त्वोंके अन्वेषणका इतिहास बड़ा ही मनोरञ्जक है। अतः यहां उसका वर्णन करना अनुपयुक्त न होगा।

सं० १८४२ वि० में कैवरिडश नामक वैज्ञानिक ने वायुके विषयमें कुछ प्रयोग किये। उसने वायुको एक बड़े बन्द बर्तनमें लिया और विद्युत-शक्तिसे नोषसाम्ल उत्पन्न किया। साधारणतः वायुमें ओषजन और नोषजन नामक दो तत्त्व माने जाते हैं। इन दोनों तत्त्वोंके संयोगसे ही नोषसाम्ल बना। कैवरिडशने अपने प्रयोगमें एक बात देखी कि वायु का १/१२० वाँ भाग बिना संयोगके शेष रह जाता है और बाकी सब भाग नोषसाम्लमें परिणत हो जाता है। इस १/१२० वें भाग के रह जाने का कारण क्या है, इस ओर उस ने कुछ ध्यान न दिया। इस प्रयोग के सौ वर्ष पश्चात्तक किसी ने इस प्रयोग से उचित परिणाम निकालने की चेष्टा नहीं की।

सं० १९५१ वि० में लार्ड रेले नामक वैज्ञानिक ने अनेक विधियों से नोषजन उत्पन्न किया और सब विधियों द्वारा जनित नोषजन का घनत्व निकाला। यह गैस दो प्रकार से प्राप्त हो सकती है, (१) रासायनिक प्रक्रियाओं से और (२) वायुसे। दोनों विधियों द्वारा प्राप्त गैसका घनत्व परस्पर में भिन्न था। वायुसे जो नोषजन मिला था वह रासायनिक विधियोंसे मिले हुए नोषजनसे

अधिक भारी था जैसा कि निम्न अंकोंसे प्रत्यक्ष है:—

१. रासायनिक विधि—

नोषिक ओषिद्से प्राप्त नोषजनका एक बड़े गोले-में भार	= २.३०००८ ग्राम	
नोषस ओषिद ,, ,,	= २.२९९०४	,,
अमोनियम नोषित ,, ,,	= २.२९८६९	,,
औसत	= २.२९९२७	,,

२. वायुसे प्राप्त—

रक्त तप्त ताम्र द्वारा ,,	= २.३१०२६	,,
रक्त तप्त लोहस द्वारा ,,	= २.३१००३	,,
लोहस उद्-ओषिद द्वारा,,	= २.३१०२०	,,
औसत	= २.३१०१६	,,

दोनों औसतोंमें (२.३१०१६—२.२९९२७)= ०.०१०८९ ग्रामका अन्तर है। रैलेने यह भी दिखा दिया कि रासायनिक विधि द्वारा प्राप्त नोषजनमें कोई उद्जनके समान हलकी वस्तु भी विद्यमान नहीं है जिससे इसका भार हलका हो गया हो। अतः यही परिणाम निकाला जा सकता है कि वायुके नोषजनमें कोई अन्य तत्त्व विद्यमान है। इस प्रकार यहां से हमारे पूर्ववर्ती विचारों में विकट परिवर्त्तन हुआ। लार्ड रैलेके इस प्रयोग से पूर्व कोई भी व्यक्ति वायु प्रदत्त नोषजनके एक-रस होने पर सन्देह नहीं करता था। इस प्रयोग ने कैविण्डिश के परिणामों का भी समर्थन कर दिया। वैज्ञानिकों ने उसके प्रयोग को विस्तार से फिर दुहराया और बड़ी सावधानी से वायु के संपूर्ण नोषजन और ओषजनको पृथक् कर लिया। ऐसा करने पर उन्हेंभी कुछ अवशिष्ट गैस मिली। इस गैस का किरण-चित्रविश्लेषण किया गया जिससे यह सिद्ध हो गया कि यह अवशिष्ट पदार्थ नोषजन अथवा कोई अन्य ज्ञात तत्त्व नहीं हो सकता है। इससे यह स्वाभाविक ही था कि यह कल्पना करली जाय कि वायुके नोषजन में कोई नया तत्त्व अवश्य विद्यमान है।

लार्डरैलेको अब यह चिन्ता हुई कि कोई ऐसी युक्ति सोचनी चाहिये जिससे यह नया पदार्थ समुचित मात्रामें प्राप्त हो सके और इसके गुण की परीक्षाकी जा सके। सर विलियम रैमजे और लार्ड रैलेने इस विषयपर साथ साथ कार्य्य आरंभ किया। इसके लिए दो विधियाँ सोची गईं—(१) वायुके संपूर्ण नोषजनको रक्त-तप्त मगनीसम् द्वारा शोषित कर लिया जाय। ऐसा करनेसे मगनीसम् और नोषजन द्वारा मगनीस नोषिद् यौगिक बन जायगा। इसी प्रकार रक्त तप्त ताम्र द्वारा शोषित करके ओषजनको भी पृथक् कर लिया जाय। २. क्षारकी उपस्थितिमें नोषजन को विद्युत-चिनगारी द्वारा ओषजनसे संयुक्त करके नोषिकाम्लमें परिणत कर दिया जाय। इन दोनों युक्तियोंके सञ्चालनमें रैमज़े और रैलेको पूर्ण सफलता प्राप्त हुई। इस नवीन पदार्थका वाष्प-घनत्व २० था अतः इसका अणुभार ४० हुआ। भिन्न भिन्न प्रयोगोंसे यह भी सिद्ध कर दिया गया कि इस नवीन तत्वके अणुमें एकही परमाणु है अर्थात् यह एक-अणुक है अतः इसका परमाणु-भार भी ४० माना गया। यह तत्त्व किसी भी अन्य तत्वसे संयुक्त नहीं हो सकता है अतः इसका अंग्रेज़ी नाम आर्गन रक्खा गया। ग्रीक भाषामें आर्गस आलसीको कहते हैं। इसके आलसी होने के कारण हमभी इसका नाम 'आलसीम्' रखते हैं।

हिमजन की खोज

सं० १९२५ वि० में भारतवर्ष में सूर्य्य ग्रहण पड़ा था। पूर्ण ग्रहणकी अवस्थामें इसके वर्ण-मंडलका किरण-विश्लेषण किया गया। ऐसा

करने पर एक पीली रेखा उपलब्ध हुई जो अभी तक पहले प्राप्त नहीं हुई थी। यह सैन्धकम् की ड-रेखा पर पूर्णतः पराच्छादित नहीं होती थी। जानसीन नामक वैज्ञानिकने इसका नाम ड, रक्खा। फ्रैंकलैण्ड और लौकयर महोदयने इस नवीन रेखासे यह अनुमान लगाया कि यह किसी ऐसे नवीन तत्वकी सूचक है जो पृथ्वीपर नहीं पाया जाता है, प्रत्युत सूर्यमें अवश्य विद्यमान है। उन्होंने इसका नाम हीलियम् रक्खा क्योंकि ग्रीक भाषामें हेलियस सूर्यको कहते कहते हैं। इस का हिन्दी नाम हिमजन है क्योंकि इसकी सहायतामे बहुत से पदार्थ ठंडे किये जा सकते हैं। लौकयरके विचारानुसार यह तत्व भूमिपर दुष्प्राप्य समझा गया। पालमायरी नामक अन्वेषकके लेखोंसे यह प्रतीत होता है कि उसने ज्वालामुखी वेसूवियसके लावा के अन्वेषणमें इस तत्व की विद्यमानता पायी थी। निस्सन्देह अब यह सिद्ध हो गया है कि उक्त ज्वालामुखीके सन्निकट हिमजन विद्यमान है, पर यह समझमें नहीं आता है कि पालमायरीने किस प्रयोगसे उसकी परीक्षा की थी। कदाचित् उसे किसी अन्य पदार्थका भ्रम हो गया हो।

यह लिखा जा चुका है कि रैले और रैमज़ेने आलसम्की खोजकी। अबतक इस तत्वका एक मात्र स्रोत वायुमंडल ही था। रैमज़े इस बातकी खोजमें था कि कदाचित् अन्य खनिज पदार्थोंमें यह तत्व विद्यमान हो। इस विचारसे उसने अनेक खनिजोंकी परीक्षाकी। उसने मायर्स नामक व्यक्तिके प्रस्तावपर सं० १९५१ वि० में क्लीवाइट या युरेनाइट नामक खनिज द्वारा जनित गैसकी परीक्षाकी ओर ध्यान दिया। सं० १९४५ वि० में हिल्लेब्राण्ड वैज्ञानिकने भी इस वायव्यका अनुशीलन किया था। यह नोषजनके समान निश्चेष्ट पदार्थ था अतः उसने यही निश्चय किया कि यह नोषजन ही है। यह ठीक है कि जिस समय वह प्रयोग कर रहा था उसने और उसके सहायकने हास्यमें यह कहा था कि कहीं यह कोई नया तत्व तो नहीं है। पर हास्यकी बात हास्य हीमें रह गई। उन्होंने इस ओर फिर कुछ ध्यान नहीं दिया। कौन जानता था कि जो बात हँसीमें कही जारही है वह भविष्यमें सत्य प्रमाणित होगी। अस्तु, हिल्लेब्राण्डने प्रयोगकी महत्ताको न समझकर अमूल्य अवसर खो दिया। उसने इस गैसका नोषस ओषिद् और अमोनिया बनाया। यह असंदिग्ध है कि नवीन गैसके साथ नोषजन अवश्य विद्यमान था पर शुद्ध नोषजन जिस शीघ्रतासे नोषस ओषिद् और अमोनिया बनाता है उतनी शीघ्रतासे इस नवीन गैस द्वारा उक्त पदार्थ नहीं बनते हैं। इससे यह सिद्ध ही है कि नवीन गैसमें नोषजनके अतिरिक्त और कुछ मिला हुआ है। पर इस बातपर कुछ भी ध्यान नहीं दिया गया।

अस्तु, मायर्सके प्रस्तावपर रैमज़ेने क्लीवाइट द्वारा प्रदत्त गैसकी परीक्षा प्रारम्भ की। उसने क्लीवाइटको हलके गन्धकाम्लसे शून्यमें गरम किया और सोडाके ऊपर जनित गैसको ओषजनसे विद्युत-चिनगारी द्वारा संयुक्त किया। इस प्रकार उक्त गैस का सम्पूर्ण नोषजन पृथक् हो गया। थोड़ासा ओषजन शेष रह गया। उसे क्षारीय परमाजूफलेत (pyrogallate) द्वारा शोषित कर लिया गया। गैसको धोकर और पूर्णरूपसे सुखाकर अर्थात् इसके सम्पूर्ण जल कण पृथक् करके उपलब्ध पदार्थके किरण-चित्रकी परीक्षा की गई। इस समय रासायनिक जगत्में किरण-चित्र परीक्षा में सर विलियम क्रूक्ससे बढ़कर कोई अधिक चतुर नहीं समझा जाता था अतः रैमज़ेने यह कार्य उन्हें ही सौंप दिया। प्रयोग करनेपर क्रूक्सको एक पीली रेखा मिली जिसकी स्थिति जानसीनकी ड, रेखासे पूर्णतः पराच्छादित होती थी। अतः सिद्ध हो गया कि क्लीवाइटकी गैसमें वही तत्व विद्यमान है जो सूर्य मण्डलमें पाया गया था। सर विलियम रैमज़ेके अविरत परिश्रमसे यह प्रमाणित हो गया कि हिमजन तत्व भूमण्डलमें भी

प्राप्त हो सकता है। इस तत्वकी खोज का श्रेय रैमज़ेको मिला। वैज्ञानिक जगत्में रैमज़ेकी अमिट कीर्त्ति सदाके लिए व्यापक हो गयी। यह सफलता सं० १६५२ वि० में प्राप्त हुई। इस तत्व का वाष्प-घनत्व १·०६६ निकाला गया जिसके अनुसार इसका परमाणुभार ४ माना गया। यह तत्व भी एक अणुक है।

नूतनम्, गुप्तम् और अन्यजन

मैण्डलीफ़के आवर्त्त संविभागमें आलसीम् और हिमजनके अन्वेषण होने पर एक नया समूह बनाया गया जिसका नाम शून्य समूह पड़ा। नये समूह बनानेके कारणों पर हम आगे विचार करेंगे। परमाणु भारके अनुसार जब संविभागमें आलसीम् और हिमजनको स्थान दे दिया गया तो उन दोनोंके बीचमें एक स्थान रिक्त रह गया जिससे यह स्पष्ट है कि इन दोनोंके बीचमें एक नवीन तत्व अवश्य स्थित है। जूलियस टामसन नामक वैज्ञानिक संविभागके आवर्त्त नियमका प्रयोग करके सं० १६५३ वि० में यह अनुमान प्रकाशित किया कि इस शून्य समूहमें ६ तत्व होंगे जिनके परमाणुभार क्रमानुसार ४, २०, ३६, ८४, १३२ और २१२ होंगे।

रैमज़े और ट्रैवर्स वैज्ञानिक हिमजन और आलसीम्के बीचके तत्व ढूँढनेमें संलग्न हुए यह कहनेकी कोई आवश्यकता नहीं है कि हिमजन और आलसीम् दोनों तत्व वायु मंडलमें विद्यमान हैं अतः यह भी सम्भव है कि इन दोनोंके बीचका तीसरा तत्व भी कदाचित् वायुसे प्राप्त हो सके। यह कहा जा चुका है कि वायुमें नोषजन और ओषजनके शोषणके पश्चात् एक पदार्थ रह जाता है जिसे आलसीम् माना गया था। यह कल्पना की जा सकती है कि यह पदार्थ शुद्ध आलसीम् न हो और इसमें कोई दूसरा अन्य तत्व भी विद्यमान हो, इस कल्पनाका आश्रय लेकर रैमज़े और ट्रैवर्सने १८ लिटर आलसीम् लिया और उसे द्रवीभूत किया। तत्पश्चात् क्षीण दबाव (reduced pressure) के आधारसे उसे विभाजित किया। इस प्रक्रियाको इस प्रकार समझा जा सकता है। कल्पना करो कि द्रवको किसी तापक्रम त°शपर उबालने के लिए द$_1$ दबावकी आवश्यकता पड़ती है। तथा किसी अन्य द्रव क$_2$ को उसी तापक्रम त°शपर उबालनेके लिये द$_2$ दबावकी आवश्यकता पड़ती है। मान लो कि द$_2$ से द$_1$ कम है। अतः जब दोनों द्रवों-क$_1$ और क$_2$ को मिला दिया जाय और धीरे धीरे दबाव क्षीण (कम) किया जाय तो जब दबाव द$_2$ पर पहुँचेगा तो क$_2$ द्रव उबलने लगेगा और यह वाष्पीभूत हो जायगा। इसके वाष्पको पृथक् किया जा सकता है। दबावको और कम करनेसे द$_1$ के बराबर किया जा सकता है। द$_2$ दबावपर क$_1$ द्रव वाष्पीभूत नहीं हो रहा था। पर द$_2$ पर क$_1$ तत्व भी वाष्पीभूत होगा और अलग किया जा सकेगा। इस प्रकार वे पदार्थ जो भिन्न भिन्न दबावपर वाष्पीभूत होते हैं, उन्हें क्षीण दबावकी प्रक्रियासे पृथक् किया जा सकता है।

द्रव आलसीम्के विषयमें इसी सिद्धान्तका किया गया। यदि इसमें दो पदार्थ मिले हुए हैं तो दोनों भिन्न भिन्न दबावोंपर वाष्पभूत होंगे। इस प्रकार दबावको नियमित करनेसे उन दोनोंको पृथक् किया जा सकता है। रैमज़े और ट्रैवर्सको इस विधिसे सफलता प्राप्त हुई। उन्होंने द्रव आलसीम्मेंसे एक नया तत्व पृथक् किया। इस नये तत्वका नाम नूतनम् रक्खा गया। नूतनम् शब्दका अर्थ 'नया' है। इसके किरण चित्र परीक्षणने प्रमाणित कर दिया कि यह एक नया तत्व है। इसका वाष्प घनत्व १०·१ निकला जिसके अनुसार इसका परमाणु भार २०·२ माना गया।

वायु मंडलमेंसे आलसीम् प्राप्त करनेके लिये रैमज़े और ट्रैवर्सने बहुत सा वायु द्रवीभूत किया और क्षीण दबावके आधारसे उसे विभाजित किया। इस प्रक्रियाके करने पर ए.८ और

नया तत्व प्राप्त हुआ जिसका वाष्प घनत्व ४१.४०६ था, अतः इसका परमाणु भार ८३ माना गया। इसका नाम गुप्तम् रक्खा गया। संस्कृतमें गुप्त का अर्थ छिपा हुआ है। यह तत्व वायुमें छिपा हुआ था और कठिनतासे प्राप्त हुआ अतः यह नाम सर्वथा उपयुक्त है।

क्षीण दबावके आधारसे अवशिष्ट द्रववायुमें-से एक नया तत्व अन्यजन प्राप्त हुआ जिसका घनात्व ६५.१ था अतः इसका परमाणुभार १३०.२ माना गया। लेडनवर्ग और क्रूजल वैज्ञानिकोंने द्रव वायुके ८५० लिटर वाष्पीभूत किये और सबसे अन्तमें वाष्पीभूत होनेवाले भागको सञ्चित किया। इसे फिर द्रववायुके तापक्रमतक ठण्डा किया एवं वाष्पीभूत करके विभाजित किया। इस प्रकार उन्होंने अन्यजन और गुप्तम् दोनों तत्वोंको अलग कर लिया।

संविभाग में स्थान

इस प्रकार सं० १६५१ वि० से १६५५ वि० तक रैमज़ेके प्रयत्नसे पाँच नवीन तत्वोंका आविष्कार हो गया। इन तत्वोंके नाम, परमाणुभार और परमाणु संख्या निम्न अङ्कोंसे स्पष्ट हैं:—

सप्तम समूह	परमाणुभार	पर० सं०	शून्य समूह	परमाणु भार	पर० संख्या	प्रथम स०	परमाणुभार	पर० सं०
			हिमजन (हि)	४·००	२			
प्लविन्	१६	६	नूतनम् (नू)	२०·२	१०	सैन्धकम्	२३	११
हरिन्	३·५४६	१७	आलसीम् (आ)	३६·६	१८	पांशुजम्	३६·१	१६
अरुणिन्	७६·६२	३५	गुप्तम् (गु)	८२·६२	३६	लालम्	६५.४५	३७
नैलिन्	१२६·६२	५३	अन्यजन(अ)	१३०·२	५४	श्यामम्	१३२.८१	५५

इन अङ्कोंसे यह स्पष्ट है कि परमाणु भार और परमाणु संख्याओंके विचारसे शून्य समूही तत्व सप्तम् और प्रथम समूही तत्वोंके बीचमें पड़ते हैं। जिस समय रैले और रैमज़ेने आलसीम् तत्व-का आविष्कार किया था उस समय यह प्रश्न बड़ा विकट उपस्थित हुआ था कि संविभागमें इसे कहांपर स्थान दिया जाय। आलसीम्का परमाणु भार ३६·६ निकाला गया था। परमाणु भारका ध्यान रखनेपर आलसीम् पांशुजम् (३६·१) और खटिकम् (४०·०७) के बीचमें रखना चाहिये था। पर ऐसा करनेमें दो आपत्तियां थीं। पहली तो यह थी कि पांशुजम् और खटिकम्के बीचमें कोई स्थान ही रिक्त नहीं है। दूसरी आपत्ति यह थी कि इस नवीन तत्वके गुण न तो पांशुजम् के समान थे, न खटिकम्के समान। यही नहीं, यह तत्व इतना निश्चेष्ट था कि किसी भी अन्य तत्वसे संयुक्त ही न होता था। उस समय तक जितने भी तत्व ज्ञात हुए थे, उन सबसे यह विल-क्षण था। ऐसी अवस्थामें मैण्डलीफके संवि-भागमें कहीं भी इसे स्थान नहीं दिया जा सकता था।

जिस समय आलसीम् सम्बन्धी यह विकट प्रश्न उपस्थित हुआ था उसके कुछ समय पश्चात् ही हिमजन नामक तत्वका अन्वेषण घोषित किया गया। इसका परमाणु भार ४ निकला जिसके अनुसार इसे उद्जन (१·००८) और शोणम् (६·६४) के

बीच में रखना पड़ेगा। इससे यह स्पष्ट होगया कि प्रबल ऋणात्मक सप्तम समूह और प्रबल धनात्मक प्रथम समूहके बीचमें एक नया समूह अवश्य स्थित है जिसके तत्व न धनात्मक हैं और न ऋणात्मक, जिनकी संयोग शक्ति शून्य है और जो सर्वथा निश्चेष्ट हैं। आलसीम् भी इसी समूहका व्यक्ति है। परमाणु भारकी अपेक्षा करके इसे अवश्य हिमजन समूहमें रखना चाहिये। ऐसे अपवाद कोबल्टनकलम्, और थलमूमें विद्यमान थे ही। अतः ऐसा करना कुछ अस्वाभाविक नहीं है। इस प्रकार आलसीम्को पांशुजम्के पूर्व शून्य समूहमें स्थान दिया गया। जब नूतनम् गुप्तम् तथा अन्यजनका आविष्कार हुआ तो शून्य समूहकी सत्यता सदाके लिये प्रमाणित होगई।

रैमज़ेके समयमें परमाणु संख्याका आविष्कार नहीं हुआ था। पर जब मोसलेने इसका उद्‌घाटन किया और हरिन् और पांशुजम्की परमाणु संख्या क्रमानुसार १७ और १९ निकाली गई, तो आलसीम्की स्थिति और भी दृढ़ हो गई और इसकी परमाणु संख्या १८ मानी गई। यहां यह कह देना चाहिये कि प्रयोग द्वारा परमाणु-संख्या उन्हीं तत्वोंकी निकाली जा सकती है जो या तो स्वयं रवेदार ठोस हैं अथवा जिनके रवेदार ठोस यौगिक प्राप्त हो सकते हैं। पर शून्य समूही तत्व न तो रवेदार ठोस किये जा सकते हैं और न उनके कोई यौगिक मिलनेकी ही सम्भावना है। अतः इनकी परमाणु संख्या प्रयोग द्वारा नहीं निकाली जा सकती। इस विषयमें केवल अनुमान का ही आश्रय लेना पड़ता है।

वायु में निश्चष्टतत्त्व

हम यह लिख आये हैं कि प्रथम समूही निश्चेष्ट तत्व वायुमें पाये जाते हैं। साधारणतया वायु मण्डलमें चार पदार्थ अधिक मात्रामें पाये जाते हैं—नोषजन, ओषजन, जलकण और कर्बनद्विओषिद्। ये निश्चेष्ट तत्व वायुमें बहुत कम मात्रामें पाये जाते हैं जैसा कि निम्न अङ्कोंसे प्रकट है। इसमें वायुको जलकण और कर्बनद्विओषिद्से रहित मानकर गणना की गई है।

आलसीम्—वायुके	१००	भाग में	०.९४१	भाग
नूतनम्	"	५५०००	"	१	"
हिमजन	"	१८५०००	"	१	"
गुप्तम्	"	२००००००	"	१	"
अन्यजन	"	१७००००००"	"	१	"

इन अङ्कोंसे स्पष्ट है कि ये तत्व वायुमें कितने कम पाये जाते हैं। इसलिये इन तत्वोंको दुष्प्राप्य वायव्य भी कहा गया है। यह अवस्था देखते हुए हम सर विलियम रैमज़ेकी बुद्धिकी असीम चतुरताकी प्रशंसा किये बिना नहीं रह सकते। लोगोंका यह कहना सर्वांशतः शुद्ध है कि रैमज़ेके बराबर सावधानीसे कार्य करने वाला कोई भी वैज्ञानिक उत्पन्न नहीं हुआ है। इसकी कार्य कुशलता इस बातसे स्पष्ट हैं कि वह अत्यन्ततम न्यूनमात्राको लेकर सब प्रकारके प्रयोग जैसे घनत्व, परमाणुभार, आपेक्षिक ताप, द्रवांक, क्वथनांक, आदि सब कर सकता था।

प्राप्ति स्थान

रैमज़ेने अधिकतर वायुसे ही ये तत्व प्राप्त किये थे। परन्तु इनके अतिरिक्त अन्य भी ऐसे स्थान हैं जहाँ से ये तत्व उपलब्ध हो सकते हैं। बहुतसे निर्झर ऐसे पाये गए हैं जिनके जलमें ये तत्व शोषित हैं। हिमजन बहुतसे झरनोंमें पाया गया है। इसके अतिरिक्त यह क्लीवाइट, मोनेज़ाइट थोरियनाइट आदि खनिजोंमें भी व्यापक है। यह लिखा जा चुका है कि ये तत्त्व यौगिक नहीं बना सकते हैं। अतः खनिजोंमें ये यौगिक रूपमें नहीं मिलते हैं। खनिजोंके परमाणुओंके बीचके अवकाशमें ये शोषित रहते हैं। नूतनम् गरम निर्झरोंमें पाया जाता है।

आर्गन भी निर्झरोंके जलोंमें पाया गया है। यह पौधों और पशुओंमें भी शुद्धतासे पाया गया

है। खनिजोंमेंसे भी इसकी प्राप्ति हो सकती है। यह कदाचित् हिमजनके समान रश्मिम्का अवयव-पदार्थ (disintegration product) हो सकता है। कारण यह है कि जिन खनिजोंमें रश्मिम् पाया जाता है उनमें आलसीम् और हिमजनकीभी विद्यमानता बहुधा देखी गई है। इससे यह यह अनुमान होता है कि धीरे धीरे रश्मिम् अपनी शक्तिको क्षीण करके हिमजन और आलसीम्में परिणत होगया है। गुप्तम् और अन्यजनभी कुछ खनिजों और निर्झरोंमें पाये गये हैं।

तत्वोंका पृथक्करण और शुद्धिकरण

खनिज पदार्थोंमेंसे तथा वायुमेंसे दुष्प्राप्य वायव्योंके पृथक् करनेकी अनेक विधियाँ हैं। इनका अब हम सूक्ष्मतः वर्णन करेंगे। पहले हम यहां तीन सामान्य विधियों का सारांशमें वर्णन करेंगे जिनके द्वारा पाँचों तत्वोंके मिश्रणमेंसे प्रत्येक वायव्य पृथक् किया जा सकता है।

पहली विधि—पांचों वायव्य, हिमजन, नूतनम् आलसीम् गुप्तम् और अन्यजनके मिश्रणको क्षीण दबावमें उबलते हुए द्रव वायु द्वारा द्रवीभूत किया जाता है, इस प्रकार हिमजन द्रवीभूत हो जाते हैं और नोषजन ओषजन आदि अलग हो जाते हैं। इनका फिर आंशिक-स्रवण (fractional distillation) किया जाता है। ऐसा करनेसे गुप्तम् और अन्यजन द्रवावस्थामें रह जाते हैं और हिमजन, आलसीम्, नूतनम् मिश्रण वाष्पीभूत हो जाता है। गुप्तम् और अन्यजनका पुनः आंशिक स्रवण करके पृथक्कर लिया जाता है। हिमजन नूतनम् और आलसीम्का मिश्रण फिर द्रवीभूत किया जाता है और साधारण दबाव पर उबलते हुए द्रववायुके तापक्रमपर इसका फिर वाष्पीकरण किया जाता है। इस प्रकार आलसीम् द्रवावस्थामें रह जाते हैं और हिमजन-नूतनम्का मिश्रण वायव्य अवस्थामें रहता है। इस मिश्रणको उबलते हुए द्रव-उदजनके तापक्रमपर रक्खा जाता है। ऐसा करने से नूतनम् ठोस हो जाता है और हिमजन वायव्य रूपमें पृथक् हो जाता है। निम्न सारिणीसे यह विधि भली प्रकार स्पष्ट है।

(देखो सारिणी १)

द्वितीय विधि—आलसीम्, गुप्तम् और अन्यजनके मिश्रणके विश्लेषण करनेमें यह विधि भी उपयोगी प्रमाणित हुई है। जलकण और कर्बन द्विओषिद्से रहित वायु उबलते हुए द्रववायुसे ठंडा किया जाता है। दबाव गुप्तम्के वाष्प दबावसे कम रक्खा जाता है। ऐसा करनेसे गुप्तम्, अन्यजन और आलसीम् द्रव अथवा ठोस अवस्थामें परिणत हो जाते हैं। इनका फिर आंशिक वाष्पीकरण करने पर पहले आलसीम् पृथक् होता है। और गुप्तम् और अन्यजनका मिश्रण रह जाता है। यह मिश्रण पहले १७ सहस्रांश मीटर दबावपर रखा जाता है जिसपर गुप्तम् पृथक् हो जाता है और फिर ०.१७ सहस्रांशमीटर दबावपर रखनेसे अन्यजन पृथक् हो जाता है। इसे पृथक्-दबाव प्रक्रिया (partial pressure method) कहते हैं। निम्न सारिणीसे [२] यह विधि प्रकटकी गई है।

तीसरी विधि—यह तीसरी विधि जिसका हम अब वर्णन करते हैं सबसे अधिक उपयोगी है। इस विधिमें गोला या गरीके कोयलेका विशेष उपयोग किया जाता है। इस पदार्थका महत्व इस बातमें है कि यह भिन्न भिन्न तापक्रमपर भिन्न भिन्न गैसोंको शोषित कर सकता है। जब सब दुष्प्राप्य निश्चेष्ट गैसोंका मिश्रण—१००°श तापक्रमपर इस कोयलेके संसर्गमें लाया जाता है तो आलसीम्, गुप्तम्, और अन्यजन वायव्य तो पूर्णतः शोषित हो जाते हैं। पर हिमजन् और नूतनम्का अधिकांश भाग वायव्य रूपमें शेष रहा जाता है। इस अवशिष्ट मिश्रणको पृथक् कर लिया जाता है। इस हिमजन्-नूतनम् मिश्रणको कोयलेके संसर्गमें द्रववायुके तापक्रमपर (—१८०° से —१६०° श) लाया जाता है जिसके प्रभावसे नूतनम् सम्पूर्णतः शोषित हो जाता है

[सारिणी १]

मिश्रण वायव्य
| क्षीण दबाव में उबलते हुए द्रव
| वायु द्वारा द्रवीभूत

ओषजन नोषजन

द्रव आलसीम् मिश्रण
(हि, नू, गु, अ, आ)
| आंशिक वाष्पीकरण

वायव्य
हि, नू, आ
| पुनर्द्रवीभूत, साधारण
| दबावपर उबलते हुए द्रव वायु
| के तापक्रमपर आंशिक वाष्पीकरण

द्रव
आलसीम्

वायव्य
नूतनम् + हिमजन् मिश्रण
| उबलते हुए द्रव उदजनके
| तापक्रमपर रखनेसे

ठोस
नूतनम्

वायव्य
हिमजन

द्रव
गु, अ,
| आंशिक वाष्पीकरण

गुप्तम्

अन्यजन

[सारिणी २]

जलकण और कर्बन द्विओषिद रहित
वायु
| उबलते हुए द्रव वायुसे
| ठण्डा करने पर
द्रव या ठोस मिश्रण
(गु, अ, आ,)
| आंशिक वाष्पीकरण

प्रथम अंश
आलसीम्

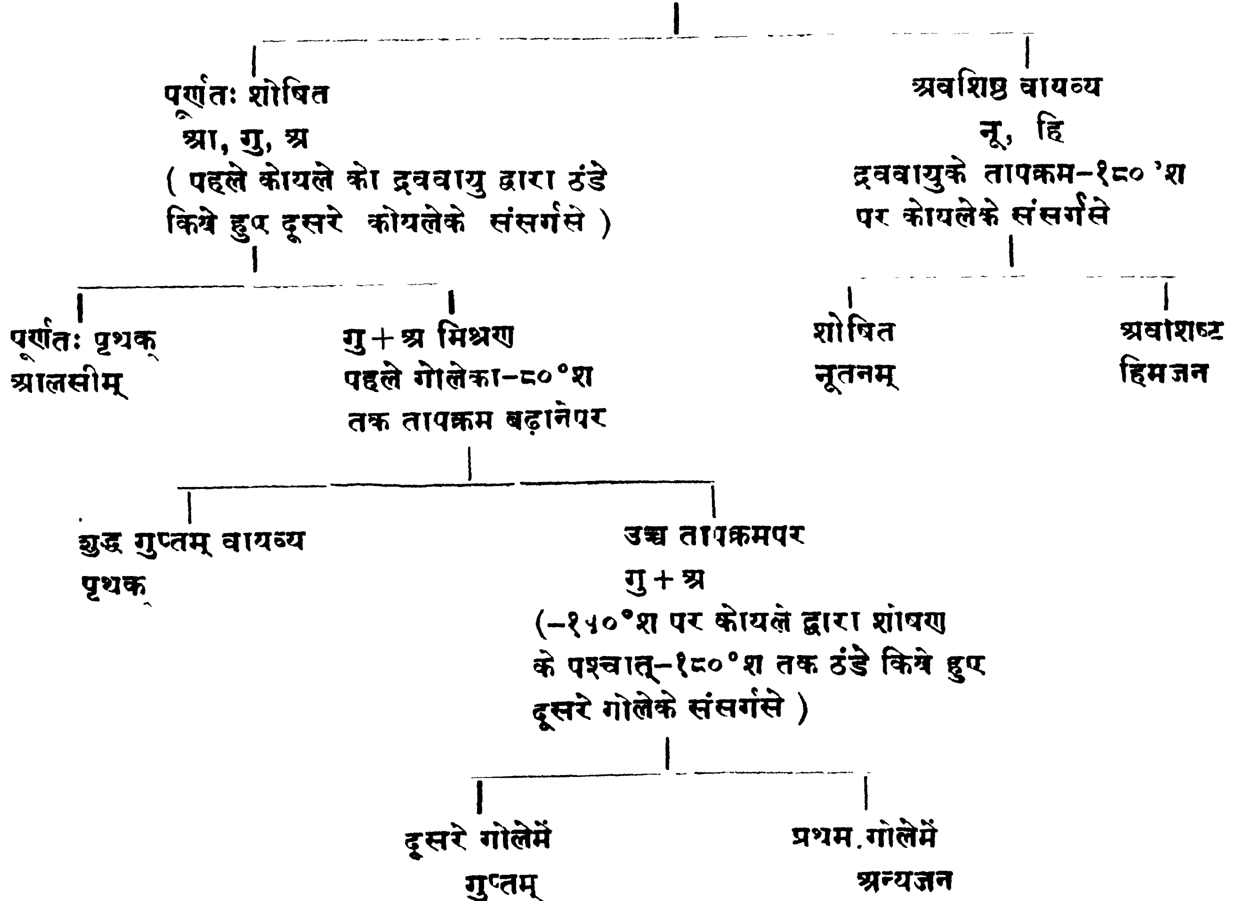
द्वितीय अंश
मिश्रण
(गु + अ)
| पृथक् दबाव प्रक्रियासे
| आंशिक वाष्पीकरण

गुप्तम्
१७ स. म.
दबावपर

अन्यजन
०.०१७ स. म.
दबावपर

और हिमजन वायव्य रूपमें पृथक् हो जाता है। जब कोयलेको सामान्य तापक्रम तक गरम करते हैं तो नूतनम् शुद्ध रूपमें उपलब्ध होता है।

यह लिखा जा चुका है कि –१००°श पर कोयलेने आलसीम्, गुप्तम् और अन्यजनको पूर्णतः शोषित कर लिया था। इस कोयलेको दूसरे कोयलेके गोलेके संसर्गमें रक्खा जाता है। ऐसा करनेसे आलसीम् दूसरे कोयलेके गोलेमें चला जाता है। इस कोयलेके गोलेको सामान्य तापक्रमतक गरम करनेसे शुद्ध आलसीम् प्राप्त हो सकता है। पहले कोयलेमें गुप्तम् और अन्यजनका मिश्रण रह जाता है। इसका—८ °श तक तापक्रम बढ़ानेसे कुछ गुप्तम् प्राप्त हो सकता है। तापक्रमको और बढ़ानेसे गुप्तम् और अन्यजनका मिश्रण मिलने लगता है। दोनोंके मिश्रणको फिर—१५०°श तापक्रमपर कोयलेके संसर्गमें लाया जाता है। फिर यह कोयलेका गोला दूसरे कोयलेके गोलेके संसर्गमें रख दिया जाता है जिसका तापक्रम —१८०°श होता है। ऐसा करनेसे गुप्तम् दूसरे कोयलेमें चला जाता है और पहले कोयलेमें अन्यजन रह जाता है। गरम करने पर दोनों पृथक् पृथक् शुद्धावस्था में प्राप्त हो सकते हैं। सारिणी द्वारा यह विधि भी स्पष्ट की जा सकती है।



इन तीनों विधियोंके उपयोगसे ही हमको सम्पूर्ण निश्चेष्ट वायव्योंके उपलब्ध करनेकी विधि ज्ञात हो सकती है। अब हम कुछ प्रयोगोंका वर्णन करेंगे जिनसे भिन्न भिन्न वायव्य उपलब्ध किये गये हैं।

हिमजनकी प्राप्ति

यह लिखा जा चुका है कि हिमजन क्लीवाइट आदि खनिजोंसे भी उपलब्ध हो सकता है। खनिजको या तो अकेले ही गरम किया जाता है या इसके साथ पांशुज उद्जन गन्धेत मिला कर गरम करते हैं। इस प्रक्रियाके लिये काँचकी एक मोटी नलिका लीजाती है जिसमें खनिज रक्त-तप्त किया जाता है। इस नलिकाका अग्रिम भाग जल प्रवाह द्वारा शीतल रखा जाता है। गरम होनेसे जो वायव्य पदार्थ उपलब्ध होते हैं उन्हें एक वायुशून्य नलिकामें ले जाया जाता है। इस नलिकाका सम्बन्ध एक दबावमापक (manometer) से होता है और साथही साथ एक बर्तन दूसरेसे भी रहता है जिसमें दाहक पांशुज क्षार रहता है। यह क्षार कर्बन द्विओषिद शोषित कर लेता है। इस कर्बनसे निकला हुआ हिमजन पारद संचक (mercury reservoir) के ऊपर एकत्रित कर लिया जाता है।

खनिजसे हिमजन प्राप्त करनेकी दूसरी विधि साधारण है। एक बड़े काँचकी बोतल में थोड़ा सा खनिज रक्खा जाता है। और लम्ब नलिका-कीप (thistle funnel) से बूंद बूंद करके हलका गन्धकाम्ल डाला जाता है। ऐसा करनेसे हिमजन गैस उत्पन्न होती है। यह निश्चय है कि इसके साथ उद्जन, नोषजन आदिकी अशुद्धियाँ भी विद्यमान रहती हैं। इन दोनों विधियोंमें यदि मोनोज़ाइट खनिजका उपयोग किया जाय तो निस्सन्देह शुद्ध हिमजन प्राप्त हो सकता है।

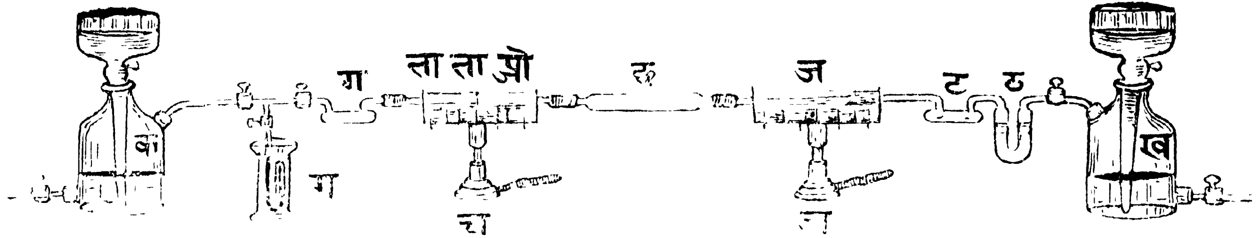
अशुद्ध हिमजनसे शुद्ध हिमजनके पृथक् करनेकी कई विधियाँ हैं। तप्त चूने तथा मगनीसम् चूर्णके ऊपर यह अशुद्ध मिश्रण प्रवाहित किया जाता है। इसके उपरान्त रक्त तप्त लोहके ऊपर इसे प्रवाहित करते हैं। ऐसा करनेसे नोषजन और उद्जन उक्त पदार्थों द्वारा शोषित हो जाते हैं। यदि हिमजन के साथ आलसीम् भी विद्यमान हो तो क्षीण दबावमें उबलते हुए द्रव वायु-द्वारा शीतल करके आलसीम् और नोषजन पृथक् किये जाते हैं। यदि नूतनम् भी विद्यमान हो तो 'प्रथम-विधि' के अनुसार इसे शुद्ध कर सकते हैं।

दूसरी विधि डीवार नामक वैज्ञानिककी निकाली हुई है जिसका हम तीसरी विधिके अन्तर्गत वर्णन कर आये हैं। गरीका कोयला द्रव-वायु-तापक्रमपर हिमजनके अतिरिक्त सम्पूर्ण वायव्योंको शोषित कर लेता है। एक और विधि भी शुद्धिकरणके हेतु उपयुक्त प्रमाणित हुई है। महीन चूर्ण पररौप्यम् एक शून्य-नलिकाकी दीवारों पर जमा किया जाता है और विद्युत प्रवाह संचालित किया जाता है। ऐसा करनेसे केवल हिमजनकी समुचित मात्रा दीवारोंमें शोषित हो जाती है। अन्य वायव्य शोषित नहीं होते। दीवारोंको गरम करनेसे स्वतन्त्र हिमजन पृथक् हो जाता है। जेकुरेड और पेरटने भी एक ऐसीही विधि निकाली है। उसका सिद्धान्त यह है कि ११००° श तापक्रम पर द्रवित कार्टज़ पत्थर हिमजन और उद्जन द्वारा ही भेदनशील है, अन्य द्वारा नहीं। इसके आधार पर कार्टज़ पत्थरका एक गोला जिसे पम्प-द्वारा शून्य कर लिया गया है लिया जाता है। इस गोलेके चारों ओर एक दूसरी नलिका होती है जिसमें क्लीवाइटसे निकला हुआ वायव्य-मिश्रण रक्खा जाता है। कार्टज़को उक्त तापक्रम तक गरम किया जाता है। इस तापक्रम पर उद्जन और हिमजन कार्टज़के गोलेमें चले जाते हैं तथा अन्य वायव्य बाहरकी नलिकामें शेष रह जाते हैं।

आर्गन की प्राप्ति

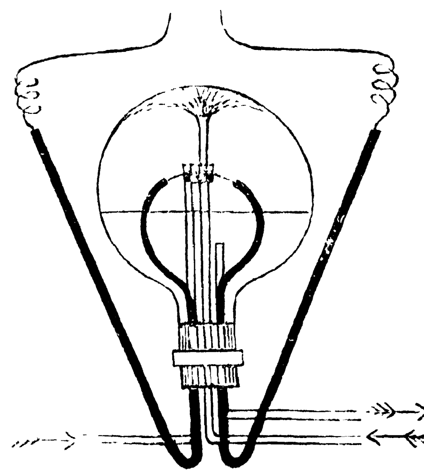
हम आरम्भमें लिख आये हैं कि रैमज़े और

रैलेने आलसीम्की प्राप्तिके लिये दो युक्तियाँ निकाली थीं। पहिली युक्तिमें वायुका नोषजन रक्त तप्त मगनीसम् द्वारा शोषित कर लिया जाता है। इसका प्रयोग इस प्रकार किया गया था। वायुसे



प्राप्त नोषजन-मिश्रण एक बड़े संचक(क) में रक्खा जाता है, जिसमें से इस मिश्रणको कई अन्य-नलिकाओंमें ले जाया जाता है जहाँ यह शुष्क होजाता है। फिर तप्त ताम्र और ताम्र ओषिद मिश्रण पर (त्र) प्रवाहित करनेसे इसमें ओषजन (जो नोषजनके साथ कदाचित वर्तमान हो) शोषित हो जाता है। फिर वायव्य-मिश्रण सोडा चूर्ण (छ) (दाहक सैन्धक क्षार और चूनेका मिश्रण) पर प्रवाहित किया जाता है जिससे कर्बन द्विओषिद शोषित हो जाता है। तदुपरान्त रक्ततप्त मगनीसम्के ऊपर (ज) प्रवाहित करनेसे मगनीस नोषिद (म$_3$नो$_2$) बन जाता है। इसके पश्चात् स्फुर पञ्चोषिद 'ट' (स्फु$_2$ ओ$_5$) द्वारा जलकण भी पृथक कर लिये जाते हैं। एक बड़े संचक 'ख' में आलसीम् मिश्रण संकलित कर लिया जाता है। इस मिश्रणमें दुष्प्राप्य नूतनम्, हिमजन, गुप्तम् आदि सभी विद्यमान रहते हैं। यदि शुद्ध आलसीम् प्राप्त करना हो तो—'तत्वोंके शुद्धिकरण तथा पृथक्करण' शीर्षक पहली विधि द्वारा प्रयोग करना चाहिये।

दूसरी विधि यह थी। नोषजनको विद्युत-शक्ति द्वारा ओषजनसे संयुक्त किया जाता है और क्षारकी उपस्थितिमें नोषिकाम्ल बना लिया जाता है। इस प्रयोगके लिये ५० लिटरका कांचका गोला लिया जाता है जिसमें आयतनसे ११ भाग ओषजन और ९ भाग वायु रक्खा जाता है। इसमें परौप्यम्के भारी बिजलोद (electrode) लगे रहते हैं। ६००० से ८००० वोल्टकी विद्युत् प्रवाहितकी जाती है। और गोलेके अन्तरीय भागमें दाहक सैन्धक क्षारकी तीव्रधार छोड़ी जाती है। इस प्रकार एक अश्वबल (horse-power) के व्ययसे एक घंटेमें २० लिटर वायव्य शोषित हो जाता है। अवशिष्ट ओषजनको परमाजूफलोल और क्षार-द्वारा शोषित कर लिया जाता है। यह विधि कैवण्डिशकी विधिका परिमार्जित रूप है।



आजकल व्यापारिक सफलताके लिये फिशर और रिंजकी विधि कार्य्यमें लायी जाती है। वायुको ९० भाग खटिक कर्बिद और १० भाग खटिक हरिदके मिश्रणमें प्रवाहित किया जाता है। यह प्रयोग लोहेके भपकेमें किया जाता है और तापक्रम ८००°का रहता है। नोषजन खटिक श्यामेमिदमें (cyanamide) परिणत हो जाता है, ओषजनका खटिक कर्बनेत बन जाता है :—

१. ख क$_2$ + नो$_2$ = ख क नो$_2$ + क
(खटिक श्यामेमिद)

२. क + ओ$_2$ = क ओ$_2$

३. २ खक$_2$ + ३ कओ$_2$ = २ खकओ$_3$ + ५ क

समीकरण २ के साथ-साथ कर्बन-एक-ओषिद भी बन जाता है :—क + ओ = कओ। अवशिष्ट वायव्य और कर्बन-एक-ओषिद ताम्र ओषिद पर प्रवाहित किये जाते हैं जिसमें कर्बन-एक-ओषिदका कर्बन-द्विओषिद बन जाता है, जिसे दाहक पांशुज द्वारा शोषित कर लेता है।

४. कओ + ताओ = कओ$_2$ + ता

५. कओ$_2$ + २ पांओउ = पां$_2$कओ$_3$ + उ$_2$ओ

अवशिष्ट वायव्यको गन्धकाम्ल और स्फुर पञ्चोषिदमें प्रवाहित करके शुष्क किया जा सकता है। जलकण इनमें शोषित हो जाते हैं। निम्न प्रकारसे यह विधि प्रदर्शितकी जा सकती है।

तीव्र   ठोस ← — — — रक्ततप्त

स्फु$_2$ओ$_5$ ← —गन्धकाम्ल ← ———पां ओउ   ताओ

↓   ↓

प्रवाहक

पम्प -- — → वायव्य

संचक—————— —— → | लोहेके भपके में खक$_2$ + खह$_2$ |

↓ ↑

पम्प को | वायु

बाजारू ओषजनमें नोषजन बहुतही कम होता है पर इसमें ३०°/ आलसीम् रहता है। तप्त ताम्र से ओषजन और मगनीसम्से नोषजन पृथक करके आलीसम् मिश्रण प्राप्त हो सकता है। उपर्युक्त विधियोंसे प्राप्त आलसीम्में अन्य दुष्प्राय वायव्य भी होते हैं जिन्हें पूर्वोक्त-विधियोंसे पृथक् किया जा सकता है।

वायव्योंके भौतिक गुण

इन तत्वोंके भौतिक गुण प्रकट करनेके लिये यहाँ एक सारिणी दी जाती है। यह कहनेकी आवश्यकता नहीं है कि इन गुणोंकी परीक्षा करनेके लिये बड़ा परिश्रम उठाना पड़ा था।

	हिमजन He	नूतनम् Ne	आलसीम् Ar	गुप्तम् Kr	अन्यजन Xe	नीटन
रंग, गन्ध, स्वाद	कोई नहीं	नहीं	नहीं	नहीं	नहीं	नहीं
$\frac{ता_द}{ता_{आ}} = ग \frac{Cp}{Cv}$	१·६५२	१·६४२	१·६५	१·६८९	१·६६६	—
घनत्व (ओ=१६)	१·९९९	१०·१	१९·९५	४१·५०६	६४·३५	१११·५
अणुभार=परमाणुभार	३·९९	२०·२	३९·९	८२·९२	१३०·२२	२२२·४
क्वथनांक	४·५° के	२५° के	८६° के	१२२°के	१६३°·९ के	२११°
द्रवांक	—	−२५०°श ?	−१८९·६°श	−१६९°	−१४०° श	७−१°

हिमजन के गुण

हिमजन हलका वायव्य है। एक लिटर हिमजन का भार सामान्य दबाव पर ०·१७८५६ ग्राम होता है। बायलने गैसोंके सम्बन्धमें यह सिद्धान्त निश्चित किया था कि आदर्श गैसके दबाव और आयतन का गुणनफल सदा एक स्थिरमात्रा होती है अर्थात् द × आ = स्थिरमात्रा। हिमजन गैस इस नियमका पालन १४७ स॰ म॰ से ८३८ स॰ म॰ दबाव के बीचमें करती है। इस प्रकार ग्रेहम नामक वैज्ञानिकने वायव्योंके विषयमें सं० १८९० वि० में यह सिद्धान्त निकला था वायव्यके निस्सरण (biffusion) का वेग उसके घनत्व के वर्गमूलका व्युत्क्रम अनुपात होता है। अर्थात् यदि किसी गैसका घनत्व घ है तो वेग $= \sqrt{\frac{१}{घ}}$

पर यदि हिमजनके विषयमें प्रयोग किया जाय तो पता चलेगा कि यह वायव्य इस नियमका पालन नहीं करता है। उदजनके स्थानमें हिमजनका उपयेाग गुब्बारोंमें किया जाने लगा है क्योंकि इस गैसमें आग लग जानेका कोई डर नहीं है।

नूतनम् के गुण

इसके किरणचित्रमें लाल और नारंगी प्रदेशोंमें रेखाएं हैं। जब किसी नलिका में यह गैस पारदके साथ मिलाई जाती है तो एक लाल चिनगारी दिखाई देती है जो १२० से २०० स॰ म॰ दबावतक उतनीही चमकीली रहती है जितनी सामान्य वायु मण्डलके दबावपर। ऐसी-ऐसी नलिकायें तैयार की गई है जिनमें किसी किसी स्थान पर तो प्रकाश प्रकट हो और किसी पर नहीं। इसका कारण यह है कि भिन्न भिन्न स्थानोंमें नलिकायें भिन्न भिन्न मात्रातक गरम की गई हैं।

आलसीम्के गुण

आलसीम् भी ग्रेहमके वायु-निस्सरण नियमका पालन नहीं करता है। इसके निस्सरणका वेग उक्त नियम द्वारा सूचित नियमसे अधिक है। लोगोंने बहुत यत्न किया कि यह अन्य-तत्वोंसे संयुक्त हो जाय पर सभी प्रयेागोंमें असफलता प्राप्त हुई। मगनीसम्, खटिकम्, शोणम्, खटिक-कर्बिद, ओषजन, पांशुजम्, ताम्र-ओषिद, टिटेनम्, पिनाकम्, उद्जन, हरिन्, गन्धक, स्फुर आदि अनेक तत्वोंके साथ संयुक्त करनेकी चेष्ठा की गई पर आशाजनक सफलता नहीं प्राप्त हुई है। पारद भी ८००° श तापक्रमपर एक अणुक हो जाता है और किसी भी तत्वसे संयुक्त नहीं हो सकता है। अतः यह सम्भव हो सकता है कि तत्वोंकी निश्चेष्टताका तापक्रमसे कुछ सम्बन्ध हो। कुछ प्रयोग ऐसे किये गये हैं जिनसे अनुमान होता है कि आलसीम् अवश्य कुछ यौगिक बनाता है। इस अनुमानकी सत्यता के विषयमें अभी कुछ नहीं कहा जा सकता।

गुप्तम् और अन्यजन गुण

विद्युत संचार करनेपर गुप्तम् पीली-बैंगनी रोशनी देता है। इसका किरण चित्र विद्युत संचार की अवस्था पर निर्भर है। किरण चित्र की कुछ रेखायें 'ओरोरा बोरियेलिस' (मेरु ज्योति) की रेखाओं से मिलती जुलती हैं।

अन्यजन गैस पानी में समुचित मात्रा में घुलनशील है। हिमजन और नूतनम्के समान इसके भी दो किरण-चित्र होते हैं।

द्रवी-करण

इन दुष्प्राप्य वायव्योंके द्रवीकरणका अधिकांश श्रेय केमरजिंग ओन्सको है। ओन्स महोदय ने मोनेज़ाइट रेणुकासे हिमजन उपलब्ध किया और डीवारकी प्रक्रियासे कोयले द्वारा इसे शुद्ध किया। तदुपरान्त गैस एक यंत्रमें प्रवाहित की जाती है जहां यह द्रव-वायुके तापक्रमतक ठण्डी की जाती है। और तत्पश्चात् ६० स. मा. दबावमें उबलते हुए द्रव उदजन द्वारा इसका तापक्रम १५° के कर लिया जाता है। फिर यह गैस हैम्पसनके यन्त्र विशेषमें प्रवाहित की जाती है। इस प्रकार तीन

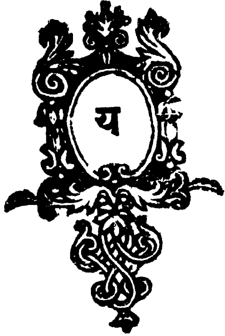
घंटेमें ३०० लिटर गैससे ६० घन. श. द्रव हिमजन प्राप्त हो जाता है। इसका घनत्व ०·१५४ है। यह रंगरहित पदार्थ है। इससे अधिक हल्का कोई द्रव या ठोस नहीं पाया गया है। क्वथनांक ४·३° केल्विन है। क्षीण-दबावमें उबलनेसे इसका तापक्रम ०,८०० केल्विनतक गिर जाता है तिसपर भी यह द्रवही बना रहता है। इस तापक्रमपर धातुओंकी विद्युत् बाधा बिलकुल नष्ट हो जाती है और जनित विद्युत् धारा कई दिनों तक बराबर चल सकती है। इसका विपुल तापक्रम २६७·८४° है और विपुलदबाव २·२६ वायुमण्डल है।

द्रव उद्जनके उबलते हुए तापक्रमपर सामान्य दबावसे नूतनम् द्रवीभूत हो सकता है। इसका विपुल तापक्रम—२२८·७१ है और विपुल दबाव २६·८६ वायुमण्डल है। आलसीम् द्रवीभूत भी हो सकता है और ठोस भी। इस कार्य्यमें कुछ सरलता इसलिये होती है कि इसका द्रवांक और क्वथनांक ताजा बनाये हुये द्रववायु और कुछ समय रक्खे हुए द्रव-वायुके बीचमें है। द्रव आलसीम् रंग रहित पारदर्शक है। क्वथनांक (—१८६° श) पर इसका घनत्व १·४०४६ है। गुप्तम् उबलते हुए द्रव-वायुके तापक्रमके ऊपरही द्रवीभूत हो जाता द्रववायुमें ठण्डा करनेसे यह ठोस भी हो सकता है।



परिशिष्ट।

भारतवर्षके खनिज



(य)द्यपि हमारे देशमें धातुओं और खनिजोंकी कमी नहीं हैं, तथापि हम अपने यहाँकी सम्पत्तिसे उतना लाभ नहीं उठा सकते हैं जितना कि अन्यदेश वाले। इसका कारण यह है कि खनिजों से धातु तथा अन्य पदार्थ प्राप्त करनेके लिये हमने अभी वैज्ञानिक विधियोंको नहीं अपनाया है, अतः इस देशके खनिजों को धातु आदिके लिये अन्य देशोंमें भेजना पड़ता है। इस-कार्य्य में व्यय अधिक होता है। यदि सब प्रकारके कारखाने हमारे ही देशमें होते तो हमें इतनी कठिनता न उठानी पड़ती और कम व्ययमें ही अपनी आवश्यक वस्तुयें तैयार कर लेते। आजकल विदेशी मालके सस्तेपनकी बराबरी करना हमारे लिये कठिन ही है।

हमारे देशी धन्धोंमें एक और भी कमी है। बाहरके देशवालोंके एक कारखानोंमें एक पदार्थसे सम्बन्ध रखनेवाली अनेक उप-वस्तुयें तैयार हो जाती हैं। इसप्रकार खनिजोंका कोईभी आवश्यक भाग बरबाद नहीं होने पाता है। यदि हमको किसी खनिजसे दाहकक्षार निकालना है और यदि उसमें कुछ अन्य अंश ऐसे हैं जिनके अन्य यौगिक भी मिल सकते हैं, तो हम देशी विधियोंमें उनकी ओर ध्यान नहीं देते। आजकल की रासायनिक विधियोंकी यह बड़ी भारी उपयोगिता है कि कम व्ययमें कम कठिनतासे एक कारखानेमें अनेक वस्तुयें तैयार करली जाती हैं। लोगों का कहना है कि भारत कृषि-प्रधान प्रदेश है पर यदि इसकी वास्तविक सम्पत्ति देखी जाय तो कोई आश्चर्य नहीं है, यह उद्योग-प्रधान देशभी बन सकता है।

हम यहाँ भारतवर्षके कुछ मुख्य धातु और खनिजोंका ही उल्लेख करेंगे। खनिज विज्ञानके अनुसार खनिजोंको छः विभागोंमें विभाजित किया जासकता है:—

[१] शुद्ध तत्त्व

१ भाग—धनात्मक या क्षारीय

(क) स्वर्ण समूह (स्वर्ण, चांदी, पांशुजम्, सैन्धकम् आदि)

(ख) लोह समूह (परशैप्यम्, पैलादम्, पारदम्, ताम्र, लोह, दस्तम्, सीसम्, कोबल्टम्, रागम्, आदि)।

२ भाग—ऋणात्मक या अम्लीय

(क) गन्धक समूह (थलम्, शशिम् सहित)

(ख) कर्बन-शैलम् समूह

[२] गन्धिद, संक्षीणिद और आंजनिद

धातुओं के गन्धक, संक्षीणम् और आंजनम्के साथ यौगिक

[३] हरिद

[४] प्लविद

[५] ओषजन यौगिक

१. ओषिद (अनार्द्र और आर्द्र)

२. सैकेत

३. स्फुरेत, संक्षीणेत, नोषेत

४. टंकेत

५. वुल्फ्रामेत, सुनागेत

६. गन्धेत

७. कर्बनेत

[६] उदकर्बन यौगिक

इन सब समूहोंका विस्तार पूर्वक वर्णन तो यहाँ देना संभव नहीं है। सामान्य दृष्टिसे ही इन सबका उल्लेख यहाँ किया जावेगा।

सोना

भारतवर्षमें सोना शुद्ध रूपमें कार्ट्ज आदि पत्थरोंके अन्दर या नदियोंकी बालूमें मिला हुआ पाया जाता है। मैसूर राज्यके कोलर प्रान्तकी धारवार शिलाओंमें यह विशेषतः मिलता है। यहाँ यह अभ्रक (कार्ट्ज) स्नायुओंमें होता है, जहाँसे यह पीस, कूटकर जलद्वारा ऐसे ताम्रपत्रोंपर प्रवाहित कियाजाता है जिनपर पारद लगा होता है। इस प्रकार पारद-विधिसे यह पृथक् किया जाता है। यहाँसे प्रतिवर्ष ५६०,००० औंस तैयार किया जाता है। निम्नस्थानोंसे भी सोना निकाला जाता है:-

निज़ाम राज्यकी हट्टी-खानसे २१००० औंस

मद्रासस्थ अनन्तपुर-खानसे २४००० "

इरावदीकी घाटीसे तथा मध्यप्रदेशकी नदियोंकी बालूमें भी यह पाया जाता है।

चांदी, सीसा, और दस्ता (जस्ता)

भारतमें चांदी बहुत कम पायी जाती है। यह कभी कभी सोनाके साथ संयुक्त भी पायी गई है। पर यहाँ कदाचित संसारमें सबसे अधिक चांदीका उपयोग होता है (प्रति वर्ष लगभग १५०,०००,००० रुपयेकी चांदी बाहरसे आती है) उत्तरी बर्माके शान राज्यस्थ बौडविनमें सीसा (गैलीना) से संयुक्त चांदी मिलती है जहाँसे प्रति वर्ष २८५००० औंस (साढ़े चार लाख रुपयेकी) चांदी तैयारकी जाती है।

सीसाभी भारतमें बहुत कम तैयार किया जाता है यद्यपि इसका खनिज गेलीना हिमालय, मद्रास, बंगाल तथा विन्ध्याके चूनेके पत्थरोंमें अवश्य पाया जाता है। हज़ारीबाग़, मानभूमि, और मध्य प्रदेशके कुछ प्रान्तोंमें सीसाके खनिज विशेष मात्रामें विद्यमान हैं पर खेद यही है कि इनका उपयोग नहीं किया जारहा है, क्योंकि विदेशोंसे हमें सस्ता सीसा प्राप्त हो ही जाता है। बौडविन (बर्मा) में इसका व्यवसाय अवश्य आरम्भ किया गया है।

इसी बौडविन स्थानसे दस्ता भी थोड़ी मात्रा में तैयार किया जाता है। दस्तब्लैएडी खनिज गेलीनासे मिश्रित यहाँ पाया जाता है।

तांबा

ज़नस्कर नदीके प्रदेशमें काश्मीरमें शुद्ध तांबा पाया जाता है। सिंहभूमि, छोटा नागपुर, अजमेर, अलवर, उदयपुर, सिकिम, गढ़वाल आदि स्थानोंमें तांबेके खनिज पाये जाते हैं। सिंहभूमि प्रान्त में इसके खनिजका व्यवसाय सफलतासे हो रहा है जहाँ ८००० टन प्रतिवर्षके लगभग खनिज प्राप्त होता है। पर ३ करोड़ रुपयेका तांबा प्रतिवर्ष विदेशसे हमारे यहाँ आरहा है। राजपूताना में तांबा और कांसाके लिये कारखाने थे, अजमेर और जयपुरमें भी पहले तांबा तैयार किया जाता था पर ये धन्धे बहुत कुछ शिथिल पड़गये हैं। सिकिममें इसके व्यवसाय की आशाजनक संभावना है।

लोहा

लोहा भारतवर्षमें बहुतायतसे पाया जाता है। इसके ओषिद, हेमेटाइट और मैग्नेटाइट मुख्य खनिज हैं। दक्षिणी प्रायद्वीपमें (धारवार और कड़ापा) में तो कहीं कहीं बहुतही अधिक पाया जाता है। बंगालके मयूरभज राज्य, मध्य प्रदेशके रायपुर स्थान, बर्दवान, सिंहभूमि, आदिमें लोहेके अच्छे खनिज पाये गये हैं। यहाँ पिग लोहा २½

लाख टन और इस्पात ७५००० टनके लगभग तैयार किया जाता है।

विदेशसे प्रतिवर्ष ३५ करोड़ रुपयेके लगभग (२६०००००० पौंड) का लोहा हमारे देशमें आता है। मद्रासमें सलेम, मदुरा, मैसूर, कड़ापा, आदि स्थानोंमें, बंगालमें सिंहभूमि, मानभूमि, बर्दवान, सम्बलपुर और मैसूर प्रान्त में लोहा मिलता है। मध्य प्रदेशके चाँद प्रान्तमें खानदेश्वर नामकी एक २५० फीट ऊची पहाड़ी है जो मुख्यतः लोहेके खनिज की बनी हुई है।

स्फटम्

स्फटम्‌का खनिज बौक्साइट कटनी (जबलपुर) मध्यप्रदेशमें बहुत पाया जाता है। महाबलेश्वर भोपाल, पलनी पहाड़ियों और मद्रासके कुछ भागोंमें भी यह पाया जाता है। भारतवर्षमें विद्युत् भट्ठियोंके लिये विशेष सुविधा नहीं हैं अतः बौक्साइटसे स्फटम् धातुका प्राप्त करना व्यापारिक रूपमें सफल नहीं होसकता है। विदेशोंमें यह बौक्साइट शुद्ध करके भेजा जासकता है। कटनीके कारखानेमें बौक्साइटका उपयोग सीमेंट बनानेमें किया जाता है।

मांगनीज

रूसको छोड़कर संसार भरमें भारतवर्षमें मांगनीज सबसे अधिक मात्रामें पाया जाता है। हमारे देशसे ८ लाख टनके लगभग प्रतिवर्ष मांगनीज के खनिज अन्य देशोंमें भेजे जाते हैं। इस खनिजसे हमारे यहाँ धातु प्राप्त करनेका कोई धन्धा नहीं है। बालघाट, छिंदवाड़ा, जबलपुर और नागपुरमें ६०°/० के लगभग मांगनीज खनिज पाये जाते हैं, सन्दुर, विज़गापट्टम, पंचमहाल (बंबई) गंगापुर (उड़ीसा) शिमोगा (मैसूर) में भी ये मिलते हैं। भारतके पाइरो लूसाइट, लोह मांगनीज खनिज आदि ३० रुपये टन के भाव से लंडन भेजे जाते हैं।

वंगम्

जबलपुरमें कैसेटेराइट खनिज पाया जाता है। पर भारतमें इसके खनिजकी अधिक मात्रा नहीं है। बर्मामें (मरगुई और टवोइमें) इसकी कुछ अच्छी मात्रा अवश्य पायी जाती है। वहाँ इस खनिजके व्यापारसे ७५०००० रुपयेकी वार्षिक आय होती है।

वुलफ्रामम्

सन् १९१४ तक बर्मा संसार भरका एक तिहाई वुलफ्रामम्-खनिज देता था और तबसे इसका व्यापार और भी अधिक बढ़ गया है। वुल्फ्रेमाइट रूपमें यह (टवोइ) प्रान्त (दक्षिण बर्मा) में पाया जाता है। नागपुर,त्रिचनापली और राजपूताना में भी यह पाया जाता है पर इतनी मात्रामें नहीं कि इसका लाभप्रद व्यापार किया जा सके। बहुतसे स्थानोंमें यह सुनागम्से मिला पाया गया है। बर्मामें सन् १९१६ में ३६८० टन वुल्फ्राम जिसका मूल्य ७३ लाखके लगभग था, तैयार किया गया।

रागम्

यह क्रोमाइट (रागित) रूपमें बिलोचिस्तान, मैसूर और सिंह भूमिमें पाया जाता है। बिलोचिस्तान्‌में प्रति वर्ष ३२०० टन (५४००० रुपये) यह प्राप्त किया जाता है। मैसूर का क्रोमाइट कुछ कम शुद्ध होता है।

कोबल्टम्, नकलम् आदि।

कोबल्ट-नकलम् खनिज इतनी मात्रामें नहीं पाये जाते हैं कि कोई व्यापार किया जासके। इनके गन्धिद खेत्री, जयपुर (राजपूताना) में थोड़ी सी मात्रामें पाये जाते हैं। नीले इनेमल बनानेमें इनका उपयोग किया जाता है।

काश्मीरके दक्षिण पूर्वमें लाहौल प्रान्तके शीग्री ग्लेशियरके सिरे पर आंजन-गन्धिद (स्टिब्नाइट) की अच्छी मात्रा पायी जाती है। स्टिब्नाइट विज़गापट्टम और हज़ारीबाग़में भी पाया जाता है।

संखीणमूके गन्धिद (ओर्पीमैंएट और रिअलगार) पश्चिमोत्तर सीमापर चित्रालमें और कुमाऊँमें अधिक मात्रामें पाये जाते हैं। पर इनसे संखीणम् धातु प्राप्त करनेका यत्न नहीं किया जा रहा है।

रत्न और बहुमूल्य पत्थर

हीरा—हीरेके लिये भारतवर्ष अति प्राचीन कालसे प्रसिद्ध है। पर ब्रेज़िल और ट्रान्सवाल की हीरेकी खानोंका पता चलनेसे अब हीरेका धन्धा उतने महत्वका नहीं रहा है। सम्राट अकबरके समय तक भारतमें इसका धन्धा विशेष उत्साहसे किया जाता था। बुन्देलखंड (पन्ना नामक हीरा), करनूल, कड़ापा, बेलारी, सम्बलपुर (मध्य प्रदेश), इसके विशेष स्थान थे। हीरे गोल गोल कंकड़ियोंके रूपमें पाये जाते हैं। यहाँके प्रसिद्ध हीरे ये हैंः—'कोहनूर' १८६ कैरेट; 'ग्रेट मोगल' २८० कैरेट; 'पिट' ४१० कैरेट। पिटको फिरसे तराश कर १३६$\frac{1}{2}$ कैरेट का किया गया जिसका मूल्य ४८०००० पौंड लगाया जाता है।

रूबी और सैफायर—(कोरण्डम) लाल और नीलम्—लाल रंगके रूबी और नीले रंगके सैफायर अति प्रसिद्ध हैं। बर्माके रूबी मोगक प्रान्त में पाये जाते हैं। ये आकारमें चौथाई रत्तीसे बहुधा कमही होते हैं। मोगक रूबीके कारण बहुत दिनोंसे जगत् प्रसिद्ध रहा है।

बर्मामें जहाँ रूबी (लाल) मिलते हैं वहाँ नीलम (सैफायर) भी कुछ पाये जाते हैं। पर इसके लिये काश्मीर सबसे अधिक प्रसिद्ध है। यहांके किश्तवर प्रान्तमें ये पाये जाते थे। पर सन् १९०८ के बाद इनका मिलना बन्द हो गया। अब केवल नकली नीलमही रह गये हैं।

किशनगढ़, जयपुर, दिल्ली, नेलोर आदिमें कुछ और प्रकारके मूल्यवान पत्थर (बेरील, गार्नेट, टूरमेलीन आदि) पाये जाते हैं। रतनपुर (राजमी-पला स्टेट) में अगेट पत्थरकी जातिके पदार्थ भी मिलते हैं।

अन्य पदार्थ

नमक—भारतमें नमक तीन साधनासे पाया जाता है—(१) समुद्र पानीसे (२) खारी कुएँ और खारी झीलोंसे, विशेषतया राजपूताना और संयुक्त प्रान्तमें (३) नमकके पर्वत (साल्टरेञ्ज) से। बम्बई और मद्राससे समुद्र तटपर समुद्रके पानीसे नमक तैयार किया जाता है। छोटे छोटे गड्ढों और टंकियोंमें पानी भर दिया जाता है। और धूपमें सूखने दिया जाता है। इसके बाद घोल-मेंसे नमकका स्फटिकीकरण कर लिया जाता है। कुओं और खारी सोतोंसे संयुक्त प्रान्त, बिहार, दिल्ली, आगरा, सिन्धुके डेल्टा, कच्छ और राज-पूतानेमें नमक तैयार करते हैं। सांभर नमक जय-पुर, जोधपुर और बीकानेरमें बनता है।

सैन्धक हरिदके नमकके शुद्ध रवे खेवड़ा (झेलम) में अनन्तराशिमें विद्यमान हैं। कोहाट प्रान्तमें भी नमककी खानें हैं। साल्टरेञ्ज (नमकके पहाड़) में सैन्धक हरिदके अतिरिक्त मगनीस और पांशुजमके भी कुछ लवण रहते हैं।

उत्तरी भारतमें जो 'रेह' प्राप्त होती है उसमें सैन्धक कर्बनेत और गन्धेत होते हैं। बुल्डाना प्रान्त की लोनर झीलमें सैन्धक कर्बनेत बहुत होते हैं।

शोरा—पांशुजनोषेत—बिहार प्रान्तसे शोरा पहले अमरीका और यूरोपमें बहुत भेजा जाता था। पर जबसे रासायनिक विधियोंसे यह तैयार किया जाने लगा है, तबसे बाहरकी मांग बन्द हो गई है। बिहारके समान घनी आबादेके ऐसे कृषिप्रधान प्रान्तमें जहाँ जलवायु बारीबारीसे गरम और नम होती रहती है, शोराके अधिक मिलनेकी संभावना है। ग्रामोंके निकट विष्ठा, वनस्पति आदि जमा होकर सड़ने लगता है जिससे अमोनिया पैदा होती है। यह अमोनिया जोषक-कीटाणु द्वारा नोषि-काम्लमें परिणत हो जाती है और फिर ओषदीकृत

होकर नोषिकाम्ल बन जाती है। नोषिकाम्ल अन्य पांशुज लवणोंके साथ प्रक्रिया करके पांशुज नोषेत या शोरा बना देता है यह शोरा वर्षाके जलमें घुलकर समस्त भूमिमें फैल जाता है और सूचिकाकर्षणके प्रभाव द्वारा ज़मीन, या दीवारोंकी ऊपरी सतह पर आ जाता है। इसे ही 'नोना' लगना (पुष्पण) कहते हैं। नोना मिट्टीमें यह शोरा अधिक मात्रामें होता है।

नोना इकट्ठा किया जाता है। इसे जलसे संचालित करते हैं और घोलको निथारकर वाष्पीभूत करते हैं। इस प्रकार शोरेका स्फटिकीकरण कर लिया जाता है। पहले अकेले बिहारमें प्रति वर्ष बीस हज़ार टन शोरा तैयार किया जाता था पर अब बिहार, पंजाब, सिन्ध आदि प्रान्तोंको मिलाकर भी १७००० टन प्रतिवर्षसे अधिक (जिसका मूल्य ३८००००० रुपया समझा जा सकता है) शोरा नहीं तैयार किया जाता है।

शोराके तीन उपयोग हैं। गोला बारूद बनानेमें, गन्धकाम्लके व्यापारमें और खादके रूपमें।

फिटकरी—फिटकरी मुख्य रूपसे प्रकृतिमें नहीं बनती है। यह गौढ़ प्रक्रियाओंसे तैयारकी जाती है। भारतवर्षमें विशेषतया पांशुज और सैन्धक फिटकरियाँ तैयारकी जाती हैं। कच, राजपूताना और पंजाबके कुछ स्थानोंमें पहले इसका अच्छा धन्धा था। अब केवल कालाबाग़ और कचमें ही यह रह गया है। इसका उपयोग रंगने और चमड़ेके व्यवसायमें किया जाता है।

सुहागा—सैन्धकटंकत—पूगा घाटी (लद्दाख) के गरम स्रोतोंमें यह अवक्षेपके रूपमें विद्यमान है। तिब्बतकी बहुतसी खारी झीलोंमें भी यह पाया जाता है। पानीको वाष्पीभूत करके यह तैयार किया जाता है। जबतक अमरीकामें कर्निक, टंकार की प्रचुर राशिका पता न चला था, तब तक सुहागे का व्यापार हमारे देशमें बहुत होता था। पहले १६००० हंडरवेट सुहागा लखन और तिब्बतसे संयुक्तप्रान्त पंजाब और विदेशोंको जाता था। पर अब केवल ४५०० हंडरवेट ही प्रतिवर्ष तैयार किया जाता है। इसका उपयोग कांच और कृत्रिम रत्नोंके के बनानेमें तथा साबुन और वार्निशमें किया जाता है।

अभ्रक (माइका, मसकोवाइट)—संसार भरमें सबसे अधिक अभ्रकका व्यापार भारतवर्षमें होता है। जितने बड़े और सुन्दर पत्र यहाँ पाये जाते हैं उतने और कहीं भी नहीं। निरलोरकी खानोंसे तीन तीन गज़ लम्बे व्यासके ये पाये गये हैं। भारतका दक्षिणी प्रायद्वीप इसके लिये जगत् प्रसिद्ध है। प्रति वर्ष ५०००० हंडरवेट (मूल्य ४५००००० रुपया के लगभग यह विदेशको भेजा जाता है। इसकी प्रसिद्ध खानें हज़ारीबाग, गया, मुंगेर निलोर, अजमेर और मारवाड़ में हैं। बंगालमें यह सबसे अधिक मात्रामें होता है।

कोरण्डम्—मैसूर और मद्रासमें यह अधिक पाया जाता है। यहाँके अतिरिक्त भारत और बर्मा की रवेदार चट्टानोंमें भी पाया जाता है। मोगक प्रान्त (उत्तरी बर्मा), आसाम की खासिया पहाड़ियाँ, बंगालके कुछ भाग और काश्मीरकी ज़न्सकर श्रेणियोंमें यह विशेषतः मिलता है। त्रिचनापली, नेलोर, सलेम, कोयम्बटूर और मद्रासमें इसके विशेष स्थान हैं। यह अत्यन्त दृढ़ और कठोर होता है अतः इसका उपयोग रत्नों, और नगोंको काटने, तराशने और चिकनानेमें किया जाता है। प्रतिवर्ष ६०००-७००० हंडरवेट (मूल्य ३०००० रुपये) के लगभग इसका व्यापार किया जाता है।

मोनेज़ाइट—यह दुष्प्राप्य पार्थिवों—सुजकम्, लीनम् इत्यादिका स्फुरेत है, पर इसमें थोड़ेसे थोर-ओषिद होनेके कारण इसका मूल्य अधिक बढ़ गया है। पहले पहल यह ट्रावनकोर प्रान्तमें पाया गया। कुमारी अन्तरीपसे किलो तकके तट पर भी यह पाया जाता है। ट्रावनकोरके मोनेज़ाइटमें ८ से १० प्रतिशत थोरिया होता है। सन् १९१३ में भारतने १४०० टन मोनेज़ाइट ६ लाख

रुपये का बेचा था। थोरियम का उपयोग दीपकों के प्रकारों में किया जाता है।

ग्रेफाइट (ग्रेफाइट)—उड़ीसा की कोण्डेलाइट शिलाओं में यह विशेषतः पाया जाता है। ट्रावन-कोर की खानसे १३००० टन प्रतिवर्ष (मूल्य ७८०००० रुपया) प्राप्त किया जाता था पर अब यह धन्धा बन्द हो गया है। अब मारवाड़, सिकिम, कुर्ग और विज़गापट्टम में भी यह थोड़ी सी मात्रा में पाया गया है।

मगनीसाइट—सलेम प्रान्तमें यह विशेषतया मिलता है। इसके अतिरिक्त कोयम्बटूर, मैसूर और त्रिचनापल्ली में भी पाया गया है। यह अत्यन्त कठिनता से गलाया जाने वाला पदार्थ है अतः इसका उपयोग ऐसे स्थानोंमें किया जाता है जहाँ उच्चतापक्रमके तापकी आवश्यकता होती है। कर्बनद्विओषिदकी प्राप्तिके लिये एवं सीमेएट बनानेके लियेभी इसका उपयोग किया जाता है

एस्बेस्टस—केवल दो खानोंपर यह उपयोगी मात्रामें पाया गया है, ईडर राज्य और सिंहभूमिके सरायकला राज्यमें।

पिचब्लैण्डी—गयाकी सिंगर-अभ्रक खानोंमें पाया जाता है। इसमें अन्य पिनाक-खनिजभी मिले होते हैं। नेलोर और मैसूरमें समरस्काइट खनिजभी मिला है।

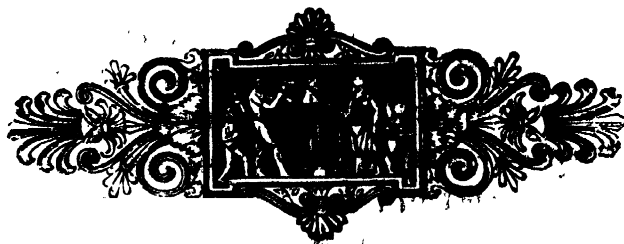
गन्धक—बैरनद्वीप (बंगालकी खाड़ी) और पश्चिमी बिलोचिस्तानके शान्त ज्वालामुखियोंमें यह कुछ मात्रामें पाया जाता है। गन्धकके बहुतसे सोतेभी यतस्ततः पहाड़ी स्थानोंमें पाये जाते हैं। लद्दाककी पूगा घाटीमें भी यह पाया जाता है।

कोयला—आजकल कोयला बड़े महत्वकी चीज़ माना जाता है। भारतवर्षके कई स्थानोंमें कई अच्छी खानें हैं। प्रतिवर्ष १६०००००० टनसे अधिक जिसका मूल्य ६०००००० रुपया है, कोयला पाया जाता है। सम्पूर्ण कोयलेका ६१.५% भाग बंगाल, बिहार, और उड़ीसाकी खानोंसे पाया जाता है। ३.५% हैदराबादकी सिंगरेनी खानसे; १.५% मध्य प्रान्तसे और १% सेन्ट्रल इण्डियाकी उमरिया खानसे मिलता है।

रानीगंज	से	५०००००० टन
झरिया	से	६०००००० ,,
गिरीडडी	से	८२०००० ,,
उमरिया	से	१५०००० ,,

मध्यप्रान्तमें बेलारपुर, मोहपानी, कोरिया आदि में यह पाया जाता है।

संगमरमर—राजपूतानाकी अरावली श्रेणियोंमें यह विशेष रूपसे पाया जाता है। मकारना (जोधपुर), खड़वा (अजमेर) भैंसलाना (जयपुर), अलवर आदि स्थानोंमें इसका अच्छा व्यवसाय है। यहां कई रंग और कई जातियोंके अच्छे पत्थर पाये जाते हैं। मकरानाका पत्थर श्वेत, खाकी और लाल रंगका होता है। जैसलमेरमें पीला संगमरमर और मोतीपुरा (बड़ोदा राज्य) से अति सुन्दर हरे रंगका पत्थर मिलता है। किसनगढ़ राज्यमें लाल संगमरमर पाया जाता है।



खनिजों की सूची





*

शब्दानुक्रमणिका

